Dürre, Ernst F.

Die Anlage und der Betrieb der Eisenhütten ausführliche Zusammenstellung neuerer und bewährter Constructionen aus dem Bereiche der gesammten Eisen- und Stahl-Fabrikation unter Berücksichtigung aller Betriebs-Verhältnisse
Bd.: 1

1882

4 Metall. 18 x-1,1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11508291-6

Metall
Dürre
18te 4°
-1,1

<36634102680010
<36634102680010
Bayer. Staatsbibliothek

4° Metall. 18 x Dürre

DIE ANLAGE
UND DER
BETRIEB DER EISENHÜTTEN.

AUSFÜHRLICHE
ZUSAMMENSTELLUNG NEUERER UND BEWÄHRTER CONSTRUCTIONEN
AUS DEM BEREICHE DER
GESAMMTEN EISEN- UND STAHL-FABRIKATION

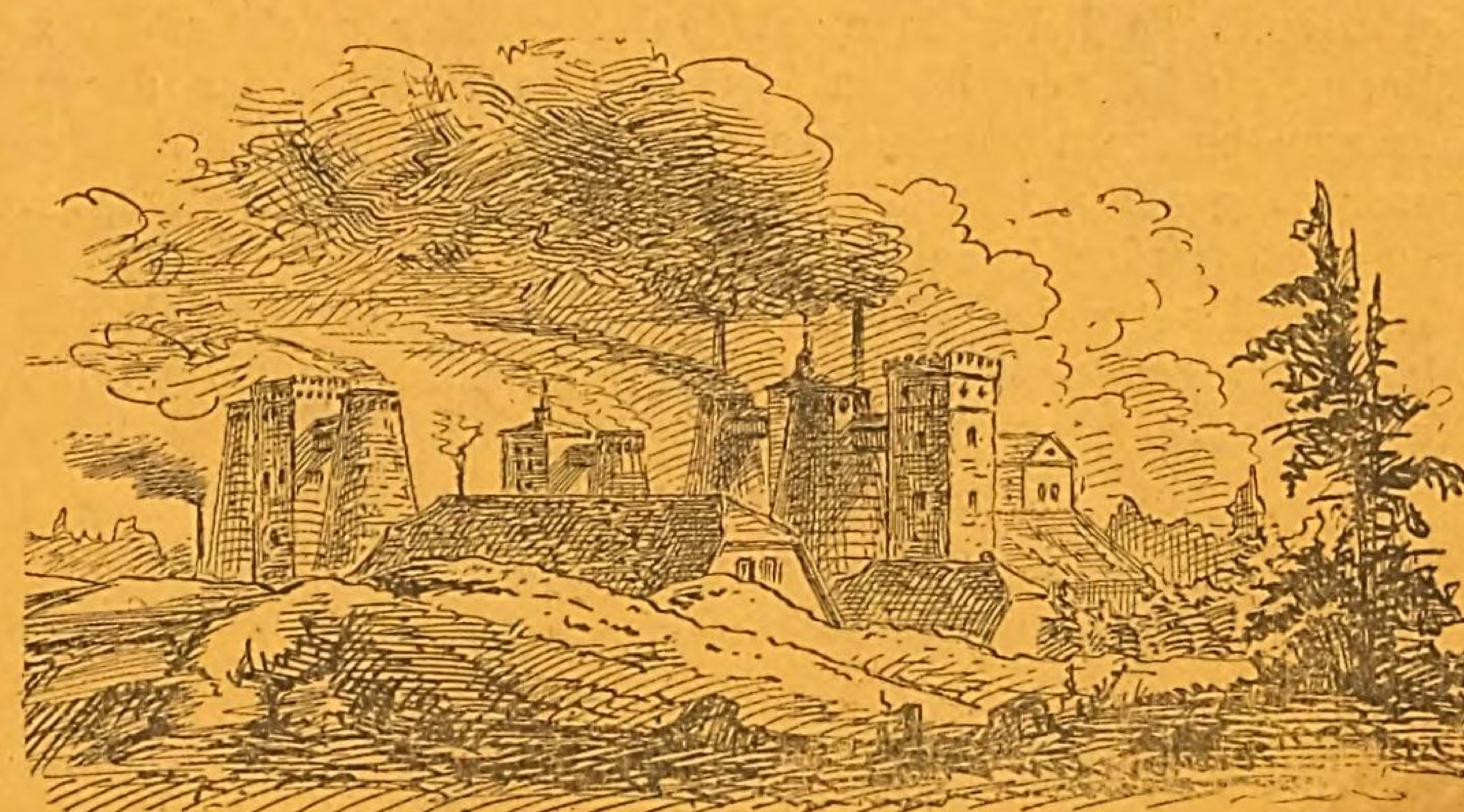
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG ALLER BETRIEBS-VERHÄLTNISSE

BEARBEITET VON

DR. ERNST FRIEDRICH DÜRRE

Professor und ord. Lehrer für Hüttenkunde an der Königl. Technischen Hochschule zu Aachen.

Drei Bände mit ca. 120 Tafeln und vielen Text-Illustrationen. In ungefähr 20 Lieferungen à 6 Mark.



Bd I
Incl

~~I. LIEFERUNG.~~
Enthaltend Bogen 1—3 von Band I. Nebst 6 photo-lithogr. Tafeln.

LEIPZIG 1880
BAUMGÄRTNER'S BUCHHANDLUNG.

28 F

Dr. Ernst Friedrich Dürre's

Anlage und Betrieb der Eisenhütten.

PROSPECT.

Trotz der Ausdehnung der metallurgischen Literatur und trotz dem Vorhandensein ausgezeichneter Lehrbücher, wie auch vorzüglicher Einzelarbeiten im Bereich des Eisenhüttenwesens, existirt augenblicklich keine hinreichend durchgearbeitete mit genauen Details versehene und durch Hinweis auf die Benutzung begründete Zusammenstellung bewährter Constructionen. In den Lehrbüchern des Eisenhüttenwesens, wie auch in denen des Maschinenbaues sind die Constructionen, die man auf Eisenhütten anwendet, nicht genügend hervorgehoben; entweder erfahren sie eine nur beschreibende Behandlung oder anhangsweise eine fragmentarische Berücksichtigung. Der Constructeur ist gezwungen, das brauchbare Material aus allen möglichen Quellen mühsam zusammenzusuchen, um sich ein Urtheil über das Vorhandene zu bilden, oder er bedarf einer reichen auf Anschauung und Arbeit gegründeten Erfahrung, die nicht immer zu erwerben ist.

Es ist desshalb der Entschluss entstanden, ein grösseres Werk unter dem oben vorgesetzten Titel herauszugeben, welches zwar nur eine Auswahl bewährter Ausführungen enthalten kann, dieselben aber in hinreichender Detaillirung wiedergeben würde, um daraus Folgerungen für die constructive Behandlung der Anlagen und ihrer Elemente entwickeln zu können. In dem begleitenden Text wird desshalb der Betrieb nach Theorie und Praxis soweit berücksichtigt werden, dass die Grundlagen für die Wahl, Dimensionirung und den Ausbau der betreffenden Apparate genommen werden kann. Das Ueberflüssige wird möglichst fortgelassen; dahin gehört Alles, was der Eisenhüttenmann nicht selbst zu entwerfen und in der Einzelausführung zu beaufsichtigen pflegt, wie z. B. manche Kesselanlagen und Maschinen, die er anderweitig fabriciren und fertig aufstellen lässt, ehe er sie übernimmt.

Dass hierbei die Grenze keine scharfe ist, sondern dass bewährte Kessel-, Dampfpumpen-, Krahn- u. a. Constructionen zur Orientirung gelegentlich mitgetheilt werden, liegt in der Natur der Sache und wird des Beifalls billig denkender Techniker nicht zu entbehren haben.

Um mit dem zugemessenen Raum und dem bewilligten graphischen Apparat besser auszukommen, wie um einem sehr berechtigten Gefühl Rechnung zu tragen, sollen vorzugsweise deutsche Einrichtungen berücksichtigt und ausländische nur soweit hinzugezogen werden' als sich für bestimmte Anordnungs- und Ausführungsprincipien vaterländische Beispiele nicht darbieten oder solche nicht zu erlangen waren.

Der gewählte Maassstab ist verschieden je nach dem Umfang der dargestellten Objecte; soviel wie möglich wurden aber zum besseren Vergleich alle gleichartigen Apparate im selben Maassstab wiedergegeben. Dieser ist immer so gross gewählt, dass kein Detail unverständlich wird, was durchaus nicht von allen Publicationen gesagt werden kann.

Da die Reproduction der Originalblätter durch photographischen Druck stattfindet, so ist es umsoweniger möglich, dass Irrungen und Fehler sich einschleichen und Differenzen zwischen Zeichnung und eingeschriebenen Maassen vorkommen können.

Inhaltsverzeichniss.

Einleitung.
Uebersicht des Stoffs — Eintheilung.

Band I. **Allgemeine Betriebsvorrichtungen.**
1. Vorbereitung der Baumaterialien.
2. Vorbereitung der Betriebsmaterialien. (Erz- und Zuschlagsaufbereitung, Brennstoffaufbereitung, Kohlenwäschen, Vercokungsapparate.)
3. Transportmittel.
 Eisenbahnanlagen und Details derselben.
 Aufzüge und Hebevorrichtungen.
4. Vorbereitung der Verbrennungsluft.
 Gebläse und andere Zugerzeuger.
 Winderhitzung.
5. Sonstige Vorrichtungen allgemeiner Bedeutung.

Band II. **Erzverarbeitung, Hochofenbetrieb und Giesserei.**
1. Rennarbeiten.
2. Hochöfen und ihre Details.
3. Giessbrücken und Möllenhäuser.
4. Giesshallen und Abstiche.
5. Schlackenabfluss und Benutzung.
6. Gesammtplan einer Hochofenanlage.
7. Ofen des Eisengiessereibetriebs.
8. Darrkammern und Giessgruben.
9. Gesammtplan einer Giessereianlage.

Band III. **Eisen- und Stahlfabrikation.**
1. Ofen und Fabrikationsgefässe.
 Schweisseisenfabrikation.
 Schweissstahlfabrikation.
 Flusseisen- und Flussstahlfabrikation.
 Converter.
 Flammöfen.
 Combinationen.
 Raffinirarbeiten.
 Oefen und Heerde.
 Tiegelschmelzöfen.
2. Mechanische Hülfsmittel zur Bearbeitung des Metalls.
 Hämmer.
 Walzwerke und Drahtzüge.
3. Ajustirvorrichtungen.
4. Gesammtdispositionen.
 Schweisseisen(stahl)anlagen.
 Flusseisen(stahl)anlagen.
 Drahtzüge.

Zur Erleichterung der Anschaffung erscheint das Werk lieferungsweise und zwar — bei einem Zwischenraum von ca. 4—6 Wochen, so dass die vollständige Durchführung binnen 2 Jahren zu erwarten steht — in ca. 20 Lieferungen von je 3 Bogen Text in 4⁰ und 6 Tafeln zum Lieferungspreis von 6 Mark. Probehefte sind in jeder Buchhandlung einzusehen.

LEIPZIG. Baumgärtner's Buchhandlung.

DIE ANLAGE

UND DER

BETRIEB DER EISENHÜTTEN.

DIE ANLAGE

UND DER

BETRIEB DER EISENHÜTTEN.

AUSFÜHRLICHE

ZUSAMMENSTELLUNG NEUERER UND BEWÄHRTER CONSTRUCTIONEN

AUS DEM BEREICHE DER

GESAMMTEN EISEN- UND STAHL-FABRIKATION

UNTER BERÜCKSICHTIGUNG ALLER BETRIEBS-VERHÄLTNISSE

BEARBEITET VON

DR. ERNST FRIEDRICH DÜRRE

Professor an der Königlich Technischen Hochschule zu Aachen.

ERSTER BAND.

Einleitung

und

Erstes Buch. Die gesammten Betriebsmaterialien und ihre Vorbereitung.

Mit 40 Tafeln und 70 eingedruckten Abbildungen.

LEIPZIG 1882

BAUMGÄRTNER'S BUCHHANDLUNG.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Inhalts-Verzeichniss des I. Bandes.

Seite

Einleitung . 1
§ 1. Anlage und Betrieb 1. § 2. Kaufmännische und ökonomische Fragen 1. § 2. Besitzformen, ihr Einfluss 2. § 4. Wichtigkeit einer vergleichenden Betrachtung der Construktionen und Apparate 2. § 5. Arbeiten von Havrez 2. § 6. Tendenz des Buches 3. § 7. Eintheilung 3.

Erstes Buch. Die gesammten Betriebsmaterialien und ihre Vorbereitung 5

Vorbemerkungen und Eintheilung . 6
§ 8. Uebersicht des Stoffes 6. § 9. Eintheilung und Bezeichnung der Abschnitte 6.

Erster Abschnitt. Die Eisenerze und ihre Vorbereitung 7
§ 10. Definition der Eisenerze 7.

1. Kapitel. Uebersicht und Classification der mineralogisch unterscheidbaren Eisenerzspecies . 7
§ 11. Verschiedene Species 7.

A. Der Magneteisenstein . 8
§ 12. Vorkommen und Hauptlagerstätten 8. § 13. Krystallisirter (reinster) Magneteisenstein 8. § 14. Magneteisensteine Schwedens, allgemeine Charakteristik 9. § 15. Zusammenstellung verschiedener Analysen 9. § 16. Weitere Untersuchungen Lundbergs 10. § 17. Untersuchungen Lundströms 11. § 18. Neuere Untersuchungen Lundbergs 12. § 19. Eisenstein des Reviers Norberg 13. § 20. Magneteisenstein Norwegens 13. § 21. Deutsche Magneteisensteine 13. Schmiedeberg 13. Schreckendorf und Johannisberg 14. § 22. Vorkommen zu Berggiesshübel und Rittersgrün 14. § 23. Magneteisenstein von Elbingerode 14. § 24. Analysen desselben 15. § 25. Thüringische Fundorte 15. § 26. Deutsch-österreichische Magneteisensteine 15. Uebersicht der mährischen, niederösterreichischen, böhmischen und schlesischen Lager 15. § 27. Alpine Lagerstätten Oesterreichs 16. § 28. Ungarische Magneteisensteine 16. Magnetberg von Theissholz 16. § 29. Magneteisen von Vihny und Marienberg 17. § 30. Erze von Morawitza 17. Analysen 18. § 31. Französische Magneteisensteine 18. Puy Morens, Villefranche, Vigan 18. § 32. Magneteisensteine der Mittelmeerländer 19. Cagliari 19. Iglesias 19. Traversella 19. § 33. Spanische Erze 19. Portugiesische 19. § 34. Afrikanische Erze 19. Beschreibung der Lagerstätte von Mokta 19, 20. § 35. Analysen der Moktaerze 21. § 36. Britische Erze 21. Dartmoor 21. § 37. Vorkommen ven Rosedale Abbey 22. Analysen 22. § 38. Russische Magneteisensteine 22. Analysen 23. § 39. Südrussische Magneteisensteine 23. § 40. Nordamerikanische Magneteisensteine 24. Erze vom Lake Champlain 24. § 41. Weitere Analysen derselben 24, 25. § 42. Erze von New Jersey 25. § 43. Weitere Analysen derselben 26. § 44. Vorkommen in Lebanon County 26. Lackawanna 26. § 45. Erzvorkommnisse in Mitchell County, in Tenessee und in Westvirginien 27. § 46. Vorkommen am Lake superior 27, 28. § 47. Magneteisensteine von Canada und Mexico 28, 29. § 48. Andere Eisenerzspecies der Magneteisenerzgruppen a) Franklinit; b) Chromeisen 29. § 49. Franklinit 29. § 50. Chromeisen 29, 30. § 51. Verschiedene technische Analysen 30.

B. Der Rotheisenstein . 31
§ 52. Constitution, Formel, Zusammensetzung reinster Varietäten 31. § 53. Uebersicht der hauptsächlichsten Lagerstätten 31. § 54. Rotheisensteine der Lahn, Produktion 32. § 55. Analysen verschiedener Lahnerze 32. § 56. Weitere neuere Analysen 33. § 57. Eisenerze von Bredelaer und Olsberg, Analysen 34. § 58. Rotheisensteine bei Allendorf und Iserlohn, Stadtkyll und Jünckerath 34. § 59. Rotheisenstein von Namur 34. Analysen 35. § 60. Eisenglanze des Siegerlandes 35. Analysen 36. § 61. Rotheisenstein-Vorkommen bei Elbingerode 36. § 62. Analysen 37. § 63. Andere Harzer Rotheisensteine 37. Knollengrube 38. § 64. Thüringische Rotheisensteine 38. § 65. Erze des Frankenwalds, Voigtlandes und Erzgebirges 38. § 66. Rotheisenerze von Jauer in Schlesien 38, Analysen 39. § 67. Rotheisensteine als Transformationen oolithischer Erze 39. § 68. Oesterreichisch-Ungarische Rotheisensteine 39. Uebersicht der böhmisch-mährischen Fundstätten 39. Komorau und Krusnahora 39. § 69. Analysen dieser Erze 39. § 70. Weitere Bestimmungen 40. § 71. Rotheisenerze von Pitten, Scheiblingskirchen und von Schneeberg 40, Analyse der Letzteren 41. § 72. Erz-Vorkommen in Krain, Kärnthen, Niederösterreich und Tyrol, sowie in der Bukowina und Tatra 41. § 73. Ungarische Rotheisensteine 41. § 74. Zusammenstellung von Analysen 42. § 75. Französische Rotheisensteine 43. § 76. Analysen 43. § 77. Mittelländischer Bezirk 43. § 78. Vorkommen von Elba 43, Analysen 44. § 79. Italienische Lagerstätten 44. § 80. Nordküste von Afrika 44. § 81. Analysen-Tabelle afrikanischer Erze 45. § 82. Spanische Rotheisensteine 46. Erze von Mieres und Carthagena 46. § 83. Analysen

Seite

der Erze von Mieres 46. § 84. Erze von Bilbao 47. § 85. Analysen 47, 48. § 86. Bildung des Lagers 49. § 87. Englische Rotheisensteine, Uebersicht der Lagerstätten 49. § 88. Cumberland und North-Lancashire 49. § 89. Eintheilung der Förderung 50. § 90. Analysen 50. § 91. Erze von Süd-Wales 51. § 92. Baltische Rotheisensteine 51. § 93. Lager von Naeverhaugen 51. § 94. Uralische Erze 51. Südrussische Erze 52. § 95. Amerikanische Rotheisensteine 52. Analysen der Uebergangserze 52, 53. § 96. Lagerstätten von Missouri 53. § 97. Detail der Lagerstätten 53. § 98. Analysen 54. § 99. Rotheisenerze von Clinton, Tenessee, Pennsylvanien, Kentucky etc. 54. § 100. Analysen virginischer und Alabamaerze 55. § 101. Rotheisensteine von Canada 55. § 102. Sonstige amerikanische Rotheisensteine 56. § 103. Anhang: Titaneisen, Formel 56. § 104. Analysen 57. § 105. Technische Analyse 57.

C. Der Brauneisenstein . 57

§ 106. Definition, Formel 57. Andere Hydrate 58. § 107. Verschiedene Hydrate nach Dana's Definition 58. § 108. Beschreibung und Zusammensetzung 58. § 109. Uebersicht des Vorkommens der Brauneisensteine 59. § 110. Aachener Bezirk und belgische Grenze 59. § 111. Erze von Eschweiler und Astenet 60. § 112, 113. Analysen belgischer Erze 60, 61. § 114. Zinkhaltige Erze von Angleur etc. 61. § 115. Eiffler Bezirk 61. § 116. Rechtsrheinische Fortsetzung der Aachener und Eiffler Erze 62. § 117. Erze von Schwelm 62. § 118. Berg. Gladbach 63. § 119. Brauneisenerze des Siegerlandes 63. Reinste Varietäten 63. § 120. Industrielle Analysen 63. § 121. Vorkommen an der Lahn 64. § 122. Analysen der Lahnerze 64, 65. § 123 Details einzelner Lagerstätten 65. § 124. Erze des oberhessischen Bezirks und der Wetterau 66. § 125. Hüggelerze bei Osnabrück 67. § 126. Analysen 68. § 127. Erze von Ibbenbühren 68. § 128. Brauneisensteine von Elbingerode 69. § 129. Sonstige Harzer Erze 69. § 130. Lagerstätten nördlich des Harzes 69. Eimbeck, Liebenburg, Peine 70. § 131. Analysen der Ilseder Erze 70. § 132. Hessische Bohnerze 70. § 133. Nachtrag zu den Harzer Erzen 71. § 134. Thüringerwald und Frankenwald 71. § 135. Analyse Schmalkaldener Erze 71. § 136. Kamsdorfer Erze 72. § 137. Landeisensteine des Voigtlandes 72. § 138. Oberschlesische Brauneisensteine 72. § 139. Analysen 73. § 140. Jurassische Brauneisensteine 73. § 141. Lagerstätte der Minette 73. § 142. Details der Lagerung 74. § 143. Analysen der Luxemburger Erze 75, 76, 77, 78. § 144. Aeltere Analysen deutsch-lothringischer Erze 78. § 145. Neuere Analysen 78, 79, 80. § 146. Analysen der französischen und belgischen Erze 81. § 147. Alluvialerze 81. § 148. Neuere Analysen derselben 82. § 149. Süddeutsche Bohnerze 82. § 150. Sonstige Oolithe 83. § 151. Rasenerze 83. § 152. Eisenphosphate in denselben 83. § 152, 153. Aeltere Eisenphosphate 83, 84. § 154. Hauptvorkommen der Rasenerze 84. § 155. Holländische Lagerstätten 84. § 156, 157. Weitere Angaben über die holländischen Rasenerze 84, 85. § 158. Analysen norddeutscher Rasenerze 85. § 159, 160. Analysen verschiedener am Niederrhein angewandter Erze 85, 86. § 161. Belgische Analysen 87. § 162. Oesterreichische Brauneisensteine 87. Mährische Bezirke 87. § 163. Böhmische Bezirke 87. § 164. Umgegend von Rokitzan 87, Analysen 88. § 165. Andere Analysen 88. § 166. Jurassische Brauneisensteine in Mähren 88. § 167. Alpine Lagerstätten 88. § 168. Vorkommnisse bei Hüttenberg und Lölling 89. § 169. Details und Analysen 89. Produktion 90. Gewichtsbestimmungen 90. § 170. Nördlicher Spatheisensteinzug der Alpen 90. § 171. Erze der Gegend von Reichenau 90. § 172. Steyrischer Erzberg 90. § 173. Analysen 91. § 174. Andere steyrische Erze 91. § 175. Salzburger und Tyroler Lagerstätten 91, Analysen 92. § 176. Erze in Krain, Kärnthen 92. § 177. Oolithische Erze der Wochein 92. § 178. Uebersicht der oberungarischen Brauneisenerze 93. § 179. Der Gyalárer Erzberg 93. § 180. Das Teleker Vorkommen 94. § 181. Neuere Funde 94. § 182. Analysen-Zusammenstellung 95, 96, 97, 98. § 183. Russische Erze 99. § 184. Schwedische Seeerze 99. § 185. Andere Bestimmungen 100. § 186. Uebersicht der älteren britischen Brauneisensteine 100. § 187. Lager der Forest of Dean 100. § 188. Lager zu Llantrissant 101. § 189. Andere Vorkommen in älteren Formationen 101. § 190. Zusammenstellung von Analysen dieser älteren Erze 101. § 191. Uebersicht der jurassischen Brauneisenerze 101. Lincolnshire 102. § 192—194. Analysen 102, 103. § 195. Erze von Northamptonshire und Oxfordshire, Analysen 103. § 196. Beauxite von Irland 103, 104. § 197. Uebersicht der französischen Brauneisensteine 104. § 198. Fasrige Hämatite 104. § 199. Weiche Brauneisenerze der Pyrenäen 104, 105. § 200. Analysen 105. § 201. Oolith-Vorkommen 105. § 202. Analysen 105. § 203. Vorkommen der Bohnerze 106. § 204. Analysen 106. § 205, 206. Erze der Champagne und Oberen Marne 106, 107. § 207. Analysen 106. § 208. Ardenner Erze 107. § 209. Analysen anderer zerstreut vorkommender französischer Brauneisenerze 107. § 210. Erze des Südens 107. § 211. Erze der Champagne 108. § 212. Erze von Boulogne 108. § 213. Analysen derselben 108. § 214. Analysen verschiedener zu Terrenoire verarbeiteter Braunerze 109. § 215. Uebersicht des Mittelmeer-Bezirks 109. § 216. Erze von Almeïra 109. § 217. Erze von Carthagena 109, 110. § 218. Analysen 110. § 219. Italienische Lagerstätten 110. § 220. Nordamerikanische Erze 110. Erze von Great Valley 110. § 221. Erze von Hanging-Rock 111. § 222. Erze von Pennsylvanien 111. § 223. Tuscarawas-Erze 111. § 224. Erze von Tenessee 111. § 225. Erze von Kentucky 111, 112. § 226. Erze von Virginien und Alabama 112. § 227. Andere amerikanische Erze 113. Nachtrag: § 228. Erz-Analysen der Königshütte in Oberschlesien 113. § 229. Analysen russischer Brauneisensteine 113, 114.

C. Das Eisencarbonat . 114

§ 230. Definition und Eintheilung 114. § 231—234. Mittheilungen betr. die Genesis des Carbonats 115, 116.

a) Der Spatheisenstein . 116

§ 235. Uebersicht des Vorkommens 116. § 236. Reinste Zustände und typische Zusammensetzungen 116. § 237. Analysen 116, 117. § 238. Vorkommen im Siegerland 117. § 239—241. Analysen roher Spathe 117, 118. § 242. Analysen von Röstspathen 118. § 243, 244. Technische Untersuchung verschiedener Spathe 119, 120. § 245. Uebersicht der übrigen deutschen Spathe 120. Hattingen, Minden 121. § 246. Harzer Spathe 121. § 247. Thüringer Spathe 121. § 248. Analysen 122. § 249. Lobensteiner und Arzberger Spathe 122. § 250. Oesterreichische Spathe, Lavantthal 122.

Seite

§ 251. Hüttenberger Spathe 122. § 252—254. Steyrische Spathe 123. § 255, 256. Andere Alpenspathe 123, 124. § 257. Ungarische Spathe 124. § 258. Analysen derselben 125, 126. § 259. Exportirte ungarische Spathe 127. § 260, 261. Belgische Spathe 127. § 262. Englische Vorkommnisse 127, Analyse 128. § 263, 264. Uebersicht der französischen Spathe 128. § 265. Analysen 128, 129. § 266, 267. Spanische Spathe 129. § 268. Italienische Spathe 129. 269. Amerikanische Spathe 129.

b) Der Thoneisenstein . 130

§ 270. Uebersicht des Vorkommens 130. § 271. Englische Bezirke 130. § 272. Kohlengebiet von Schottland 130. § 273, 274. Analysen 130, 131. § 275. Kohlengebiet von Yorkshire und Derby 131. § 276. Bezirk von Lancashire und Northstaffordshire 132. § 277, 278. Bezirk von Südstaffordshire und Sropshire 132, 133. § 279. Süd-Wales 134. § 280. Clevelandlager 134. § 281. Uebersicht der deutschen Blackbands, Westfälisches Vorkommen 135. § 282—284. Analysen von Blackbands 135, 136. § 285. Zwickauer Bezirk 137. § 286. Niederschlesischer Bezirk 137. § 287. Oberschlesischer Bezirk 137. § 288—290. Jüngere oberschlesische Thoneisensteine 137, 138. § 291. Polnische Thoneisensteine 138. § 292. Büchenberg 138. § 293. Portaerze 138. § 294. Westfälische Erze 139. § 295—297. Rheinische Thoneisensteine 139, 140. § 298, 299. Oesterreichische Vorkommen, Erze von Nucic und Krusnahora 140, 141. § 300, 301. Mährische Thoneisensteine 141. § 302—304. Alpine Thoneisensteine 142. § 305. Kreideerze der Beskiden 142, 143. § 306, 307. Ungarische Erze 143, 144. § 308. Russische und skandinavische Vorkommen 144. § 309. Belgische und französische Thoneisensteine 144. § 310. Amerikanische Thoneisensteine 144.

E. Zuschlagserze und andere ähnliche Materialien 145

§ 311. Begriff 145. § 312. Flusseisensteine und Eisenkalke 145. § 313. Ankerite 145. § 314. Französischer Eisenkalk 146. § 315. Beauxite 146. § 316. Manganhaltige Erze 146. § 317. Kieseleisensteine und Chamoïsite 146, 147. § 318. Eisenhaltige Gebirgsarten 147.

F. Schmelzmaterialien künstlicher Herkunft 147

§ 319. Begriff und Classification 147. Röstrückstände und Schlacken 147. § 320—323. Zusammensetzung der verschiedenen Rückstände 147, 148. § 324. Schlacken 149. § 325—327. Zusammensetzung solcher Schlacken 149—151.

2. Kapitel. Technische Classification der Eisenerze 151

§ 328. Begründung 151. § 329. Präcisirung der Grundlagen 151. § 330—333. Reduktibilität 152, 153. § 334—339. Schmelzbarkeit 153, 154.

3. Kapitel. Vorbereitung der Erze . 155

§ 340. Stofftheilung 155.

A. Die mechanische Vorbereitung . 155

§ 341. Waschen der Eisenerze 155. § 342, 343. Wasch- und Läuterrinne 155, 156. § 344. Rührtrog 156. § 345, 346. Maschinenwäschen mit Rührtrögen 156, 157. § 347. Trommeln 157. § 348—353. Complette Trommelwäschen 158, 159. § 354. Austruy's Trommel 159. Apparat von Taylor 160.

B. Die chemische Vorbereitung . 160

§ 355. Stofftheilung 160.

Abliegen und Verwittern . 160

§ 356. Beispiele für Abliege- und Verwitterungsprocesse 160.

Das Rösten der Eisenerze . 160

§ 357. Uebersicht und Unterscheidung der praktischen Fälle 160.

Rösten des Spatheisensteins und der Sphärosiderite 161

§ 358, 359. Grundreaktionen 161. § 360. Arten der Ausführung 161. § 361. Apparate 162. § 362, 363. Rösten im Freien 162, 163. § 364. Rösten in Oefen 163. § 365. Ofen-Construktionen 163. § 366. Aeltere Oefen des Siegerlandes 164. § 367, 368. Oefen von Rolandshütte, Geisweid etc. 164. § 369, 370. Oefen von Dowlais 165, 166. § 371. Ofen von Lavoulte 166. § 372, 373. Roströfen von Eisenerz 167, 168. § 374, 375. Röstöfen in Cleveland-Bezirk 168, 169. § 376, 377. Grosser Ofen von Borrie für Cleveland Works 169, 170. § 378—382. Röstprocesse, Erzzerkleinerung und Magazinirung am steyrischen Erzberg 171—174. § 383, 384. Details und Betrieb des Fillafer'schen Ofens 174, 175. § 385—387. Moser's Gasröstöfen für Erzklein 176, 177. § 388. Howson & Wilson's Gasröstofen 177, 178.

Rösten der Magneteisensteine . 178

§ 389. Allgemeines 178. § 390. Erfahrungen die Oxydation betreffend 178. § 391, 392. Erfahrungen in der Entschwefelung 179. § 393. Begünstigende Verhältnisse 179. § 394. Rösten mit Wasserdampf 180. § 395. Röstung mit Auslaugung combinirt 180. § 396. Methoden der Ausführung 180. § 397. Beispiele für die Haufenröstung 180. § 398. Geschichtliches über die Ofenröstung 180. § 399—403. Rösten im Westman'schen Ofen 181—183. § 404. Waldenburger Röstofen mit Wasserdampf 183. § 405, 406. Röstöfen von Raschette 183, 184. § 407. Steinmann's Basteiofen 184. § 408. Folgerungen für die Construktion von Röstöfen 184, 185.

Röstung der Oxydulsilikate oder Frischschlacken 185

§ 409, 410. Discussion der älteren und neueren Vorschläge 185.

Auslaugen der Eisenerze . 186

§ 411, 412. Discussion der Strohmeyer'schen und Jacobi'schen Processe 186.

Seite

Zweiter Abschnitt. Die Zuschläge und ihre Vorbereitung 187

§ 413, 414. Allgemeines und Classification 187.

1. Kapitel. Die basischen Zuschläge . 187

§ 415. Classification 187.

A. Kalk und Magnesia führende Erze 188

§ 416. Kalke und Dolomite, ihre Verunreinigungen 188. § 417. Thonige Einlagerungen der Dolomite 188. § 418. Sonstige Nebenbestandtheile 188. § 419. Silurische Kalke, Lifland und Esthland 188. § 420. Englische Silurkalke 188. § 421—424. Devonische und Kohlenkalke, Letmathe, Limburg, Dornap, Analysen niederrheinischer und westfälischer Hütten 189. § 425. Kalke von Arnsberg 189. § 426. Kalk von Vilmar 189. § 427. Fresenius' Untersuchungen der Kalke und Dolomite von der Lahn 190. § 428. Kalk von Jünckerath 191. § 429. Dolomit von Altenberg bei Aachen 191. § 430. Kalkuntersuchungen der Königin Marienhütte bei Zwickau 192. § 431. Zechsteinkalke 192. § 432—434. Muschelkalke 192, 193. § 435. Triasdolomite 193. § 436. Oberschlesische Muschelkalke 194. § 437. Jurakalke 194. § 438, 439. Kreidekalke 194. § 440, 441. Tertiäre Kalke 194. § 442. Flussspath-Benutzung 195. § 443. Benutzung eisenhaltiger Zuschläge 195.

B. Manganführende Zuschläge . 196

§ 444. Allgemeines 196. § 445, 446. Analysen 196.

C. Thonerdehaltige Zuschläge . 197

§ 447. Bedeutung 197. § 448. Zusammensetzung 197.

2. Kapitel. Die sauren Zuschläge . 197

§ 449. Allgemeines 197. § 450, 451. Bedeutung und Zusammensetzung der Porphyre 198. § 452. Melaphyr 198. § 453. Basalt 198.

3. Kapitel. Die Vorbereitung der Zuschläge 199

§ 454. Anführung der gemachten Vorschläge und Erfahrungen 199.

Dritter Abschnitt. Die Brennstoffe und ihre Vorbereitung 200

§ 455—457. Allgemeine Begriffe und Classification 200.

1. Kapitel. Die festen vegetabilischen Brennstoffe 201

§ 458. Vorbemerkungen 201.

A. Von dem Holze . 201

§ 459. Wichtige Eigenschaften, Dichtigkeit und Trockenheit 201. § 460. Schwere 201. Versuche von Chevandier u. A. 201, 202. § 461. Wassergehalt 202. § 462. Chemische Zusammensetzung 203. § 463. Bestandtheile der Holzasche 203. § 464. Analysen 203. § 465. Bemerkungen dazu 203. § 466. Heizeffekt 204. § 467. Messungen 204. § 468. Steigerung des Effektes 204.

B. Von der Holzkohle . 205

§ 469. Definition 205. § 470. Destillationsprocess des Holzes, Theorie 205. § 471. Einflüsse der Temperatur 206. § 472. Ausbringen bei der Destillation 206. § 473. Zusammensetzung der Holzkohlen, Fabrikation 206.

1. Von der Meiler- und Haufenverkohlung des Holzes 206

§ 474. Princip des Processes 206. § 475. Anordnung des Holzes 207. § 476. Einfluss grösserer Massen 207. § 477. Beginn der Aufstellung 207. § 478. Anwendung von liegender Anordnung 207. § 479—481. Beschaffenheit der Meilerstätte 208. § 482. Decken des Meilers 208. § 483, 484. Betrieb des Meilers 209. § 485. Ziehen der Kohlen 209. § 486. Ausbringen 209. § 487. Gillot's Angaben betr. die Gesammtausbeute des Meilerbetriebes an Producten und Rückständen 210. § 488. Andere Dispositionen des Holzaufbaues 210.

2. Von der Verkohlung in geschlossenen Apparaten 211

§ 489. Gründe für den Betrieb 211. § 490. Gillot's Calculation für einen derartigen Betrieb 211. § 491. Beurtheilung. Dromart's und Moreau's ambulante Oefen 212. § 492. Aufspeicherung der Holzkohle, Bau der Holzkohlenmagazine 212.

2. Kapitel. Die festen mineralischen Brennstoffe 212

§ 493. Vorkommen und allgemeine technisch-geologische Eintheilung 212. § 494. Enstehungsprocess fossiler Kohlen. Arbeiten Baltzer's 213. § 495. Darstellung der kohligen Vermoderung 213. § 496. Oxydationsprocess des Holzes 214. § 497. Chemischer Ausdruck 214. § 498. Veränderung der Kohlen an der Luft 214. § 499. Vermoderungsrückstände 215. § 500. Verhältniss und Uebergang der Holzsubstanz zu den Kohlen 215. Hypothese Baltzer's über die Constitution der Kohlen 215. § 501—505. Chemische Hülfslehren 215—217. § 506—514. Prüfung der Baltzer'schen Hypothese 217—219.

A. Von den jüngeren fossilen Kohlen 219

§ 515, 516. Uebersicht und Verwendung 219, 220.

Vom Torf . 220

§ 517. Definition 220. § 518. Eintheilung 220. § 519. Analyse 220. § 520. Wasser- und Aschengehalt 221. § 521. Wärmeeffekt 221.

Seite

Von der Braunkohle . 221

§ 522. Definition und Eigenschaften 221. § 523—525. Dopplerit und seine Bedeutung für die Braunkohle 221, 222. § 526. Zusammensetzung der Braunkohlen 222. § 527. Wasser- und Aschengehalt 222. § 528, 529. Untersuchungen C. von Hauer's 223. § 530—532. Berthier's Methode und Effekt der Braunkohle 224. § 533. Steigerung des Effekts 224. § 534, 535. Verkohlen und Darren der Braunkohlen 225.

B. Von den älteren fossilen Kohlen 225

§ 536. Allgemeines 225. § 537. Eintheilung 225.

Von der Steinkohle . 226

§ 538 Classification von Karsten 226. § 539. Unzulänglichkeit 226. § 540, 541. Classification von Fleck, von Hilt und Gruner 226. § 542. Aufzählung der Kohlensorten nach Gruner's Eintheilung 227. § 543. Langflammige Sandkohlen 227. § 544. Analysen 228. § 545. Langflammige Backkohlen 228. § 546. Analysen 228, 229. § 547. Eigentliche ächte Backkohlen 229. § 548. Analysen 229. § 549. Kurzflammige Backkohlen 230. § 550. Analysen 230, 231. § 551. Anthracitische Kohlen 231. § 552. Analysen 232. § 553. Anthracit von Murau 232. § 554. Technische Kohlenuntersuchungen aus Westfalen 232. § 555. Waschen und Aufbereiten der Kohlen 233. § 556, 557. Entwicklung der Kohlenseparation 233. § 558—560. Beschreibung einer Lührig'schen Wäsche 236. § 561, 562. Evrard's Wäsche 237. § 563, 564. Agglomeration und Briquettirung 239.

Von den Cokes . 239

§ 565. Definition 239. § 566. Destillationsprocess 240.

Cokerei ohne Gewinnung der Destillate 240

§ 567. Vorgang der Vercokung 240. § 568. Ausführung im Grossen, Entwicklung des Verfahrens 241. § 569. Aeltere Oefen von Mons 242. § 570. Durchgehende belgische Oefen älterer Art 243. § 571, 572. Ofen von Pauwels und Dubochet 244, 245. § 573—575. Backofen aus dem Bezirk Süddurham 245, 246. § 576—578. Berechnungen Steavenson's, den Ofen betreffend 246, 247. § 579. Abhitzeausnutzung zur Cokerei. Entwicklung der neueren Systeme 247. § 580—582. Ofen von Appolt 248, 249. § 583, 584. Oefen von Dubochet u. A. 249. § 585. Horizontalsysteme, Aufzählung 249. § 586—588. Ofen Francois-Rexroth 250, 251. § 589. Ofen von Haldy 251. § 590—594. Ofen Smet-Büttgenbach 251—253. § 595—601. Ofen Coppée 253—256. § 602. Modification des Coppée-Ofens 256—257. § 603. Ofen Wintzek 257. § 604—606. Verbesserter Coppée-Ofen, Dr. Otto, Dahlhausen 258. § 607, 608. Ofen zur Darstellung von leichten Cokes (Gascokes), Dr. Otto, Dahlhausen 259, 260. § 609—613. Verticaler Ofen, Bauer-Goedecke 261—265. § 614. Cokesofen von Lencauchez 265. § 615. Kleiner Ofen von Clavière, Oefen von Mc. Lanahan, Ringel u. A. 266. § 616. Ofen von Lürmann, Osnabrück 267.

Vercokung mit Gewinnung der Destillate 267

§ 617. Frühere Bestrebungen Dubochet-Pauwels. Lürmann'scher Ofen. Process Carvès 267. § 618 - 620. Kurze Uebersicht der Resultate des Carvès'schen Verfahrens 267, 268.

Kosten der Cokesofen-Anlage . 268

§ 621. Angaben über Baukosten und Voranschläge 268.

Folgerungen für die Construction der Cokesöfen 269

§ 622. Grundsätze 269. § 623. Disposition des Canalnetzes 269. § 624. Details. Steinconstruction 270. § 625. Armaturen 270. § 626. Betriebsgeräthe 270. § 627. Kohlenwagen 271. § 628. Thürwinden 272. § 629. Cokesausdrück-Maschine 272. § 630. Aufzüge und Bahn-Anlagen, Gesammt-Dispositionen 273.

Beschaffenheit und Zusammensetzung des Cokes 273

§ 631. Eigenschaften 273. § 632. Zerdrückbarkeit 273. § 633. Zusammensetzung 274. § 634. Aschen-Analysen 274.

3. Kapitel. Die flüssigen Brennstoffe 275

§ 635. Natürliche Oele 275. § 636 Künstliche Oele 275.

4. Kapitel. Die gasförmigen Brennstoffe 276

§ 637. Uebersicht und Eintheilung 276.

A. Destillationsgase . 276

§ 638. Beschaffenheit und Preis 276. § 639. Cokesofengase 277. § 640. Grahn's unreines Retortengas für Heizzwecke 277.

B. Verbrennungsgase . 277

§ 641. Entstehung 277. § 642. Bei leichten Brennstoffen 278.

a) Verbrennungsgas mit Luft dargestellt 278

§ 643. Untersuchungen Ebelmen's 278, 279. § 644. Cokesgeneratorgase. Bunte's Untersuchungen 279.

b) Verbrennungsgase mit Wasserdampf dargestellt 280

§ 645. Bildung des Wassergases 280. § 646. Resultate Ebelmen's und Gruner's 280. § 647. Bunte'sche Versuche 281.

C. Gemisch von Verbrennungs- und Destillationsgasen 281

§ 648. Entstehungsumstände 281. § 649. Zusammensetzung 282. § 650. Folgerungen 282.

Seite

Vierter Abschnitt. Das feuerfeste Baumaterial und seine Vorbereitung 283
§ 651, 652. Uebersicht. Vorbemerkungen 283.

1. Kapitel. Rohmaterialien . 284
§ 653, 654. Begriff der Feuerfestigkeit 284. § 655. Sandsteine, Ganister 284. § 656. Quarzschiefer, Itacolumit 285. § 657. Puddingsteine u. a. Breccien 285. § 658. Sande 286. § 659. Formsande 286. § 660. Arkosen 287. § 661. Porphyre 287. § 662. Thone 287. Formeln 288. § 663—669. Classificationsversuche Bischof's und Richter's 288—291. § 670—676. Uebersicht der sieben Classen der Bischof'schen Eintheilung 291—293. § 677. Sonstige Thonuntersuchungen 294. § 678 Magnesiagesteine feuerfester Art, Serpentin, Magnesit etc. 294. § 679. Basische feuerfeste Substanzen, Kalk und Dolomit 294. § 680. Beauxit 294. § 681. Graphit 295.

2. Kapitel. Künstliche Producte . 295
§ 682. Grundzüge der Arbeit 295. § 683. Verwittern und Schlämmen 295. § 684—686. Mischen 296, 297. § 687. Feuchtigkeit, Homogeneïtät und Verarbeitung 297. § 688. Garnkirksteine 297. § 689. Chamottesteine 298. § 690—695. Quarzsteine 298—300. § 696. Dinasteine 300. § 697. Schlussbemerkungen 300.

Fünfter Abschnitt. Die Dampfkessel-Anlagen 301
§ 698. Vorbemerkung 301.

1. Kapitel. Uebersicht der Systeme . 301
§ 699. Allgemeines 301. § 700. Feuerungs-Anlage 301.

2. Kapitel. Die einzelnen Kessel und ihre Unterschiede 302
§ 701. Eintheilung 302.

A. Einfach cylindrische Kessel . 302
§ 702. Vorzüge, Nachtheile 302. § 703. Dimensionirung 302. § 704. Verschiedene Ausführungen 303.

B. Flammrohr-Kessel . 303
§ 705. Definitionen 303. § 706. Einflammrohr-Kessel 303. § 707. Modificationen 303. § 708. Galloway-Kessel 304. § 709. Fox'sche Feuerbüchsen 304. § 710. Zweiflammrohr-Kessel 304. § 711. Verschiedene Beispiele 305.

Sieder-Kessel . 305
§ 712. Definition. Beispiel 305. § 713. Verschiedene Ausführungen 305.

D. Aufrechtstehende Kessel . 306
§ 714. Vorzüge 306. § 715. Verschiedene Ausführungen, Daelen, Stuckenholt, E. Tomson u. A. 306.

E. Röhren-Kessel . 307
§ 716. Construktionsgrundlagen 307. § 717. Amerikanische Ausführungen 307. § 718. Kessel von Parent-Schaken 308. § 719. Dingler's Kessel 308. § 720. Kessel von Pauksch und Freund 308. § 721, 722. Andere Systeme 308, 309.

F. Glieder-Kessel . 309
§ 723. Construction 309. § 724. Howardkessel 309. § 725. Belleville-Kessel 309. § 726. Roots-Kessel 310. § 727. Kessel von Büttner, Walther und von Steinmüller 310.

G. Sonstige Kessel-Combinationen . 310
§ 728. Field-Kessel 310. § 729. Kessel von Pohlig, Pregardien, Decker etc. 311.

Sechster Abschnitt. Gebläse und Winderhitzer 312
§ 730, 731. Uebersicht des Stoffes und Eintheilung 312.

1. Kapitel. Gebläse . 313
§ 732. Uebersicht und Eintheilung 313.

A. Gebläse für schwachen Druck . 313
§ 733. Definitionen 313. § 734. Ventilatoren 313. § 735. Kapselräder 313. § 736. Injectoren 314.

B. Gebläse für höheren Druck . 314
§ 737. Begriff des Cylinder-Gebläses 314. § 738, 739. Hüttenmännisch wichtige Verhältnisse 314. § 740. Sonstige Dimensionirungen 316. § 741. Geschwindigkeit resp. Tourenzahl 316. § 742. Hüttenmännischer Standpunkt bei der Wahl des Systems, nach J. Schlink 316. § 743. Oekonomische Rücksichten 317. § 744. Drillings-Maschine zu Mühlheim a. d. Ruhr 317. § 745, 746. Gebläse von Creusot und Seraing 318 § 747, 748. Horizontale Gebläse 318. 319. § 749. Gjers'sche Gebläse 319. § 750. Balancier-Maschine 320.

2. Kapitel. Winderhitzer . 320
§ 751. Funktionen 320. § 752. Gruner's Arbeiten 321. § 753. Classification 321.

A. Eiserne Apparate . 322
§ 754. Uebersicht 322. § 755—757. Pistolen-Apparat 322, 323. § 758—761 Westfälische Apparate 323—325. § 762, 763. Lothringer Apparate 325. § 764—767. Hängeröhren-Apparate 325, 326. § 768—771. Apparate mit stehenden Röhren 326, 327. § 772, 773. Ringröhren-Apparate 328. § 774—778. Gjers'sche Apparate (Clarence- und Ayresome-Apparate) 328—330. § 779—781. Complicirte Gjers-Apparate 330, 331. § 782. Apparat von Kintzelé 331. § 783—788. Folgerungen für die Construction und den Bau der Apparate 331—334.

Seite

B. Steinerne Apparate . 334

§ 789. Grundlagen, Regenerativprincip 334. § 790—792. Rechnungsmässige Darstellung des Wärmeaustausches 334—336. § 793—796. Aeltere Apparate von Cowper und Whitwell 336—338. § 797. Neuere Modificationen 338. § 798—803. Beschreibung und calorische Berechnung der neueren Whitwell-Apparate 338—341. § 804—806. Der neuere Cowper-Apparat 341, 342. § 807. Der modificirte Whitwell von C. Goedecke 342. § 808. Der Apparat von Lévêque 343.

Siebenter Abschnitt. Hegung und Pflege lebender Kräfte 344

§ 809, 810. Allgemeines 344. § 811. Arbeiterwohnungen 345. § 812. Consum-Anstalten 345. § 813. Kranken- und Sterbekassen 346. § 814. Pensionswesen 347. § 815. Krankenhäuser 347. § 816. Epidemiehäuser 347. § 817. Bade-Anstalten 347. § 818, 819. Lebensversicherung 348. § 820. Schulwesen 348. § 821. Privatvolksschulen 349. § 822. Industrieschulen 349. § 823, 824. Feuerwehr 349. § 825. Allgemeine humanitäre Einrichtungen 350.

Liste der Tafeln des I. Bandes.

Seite

I. Erz-Pochwerk- und Wäsche, einfache Construktion, zum Waschen der Bohnerze in der Champagne ursprünglich construirt . 157
II. Anlage zum Rösten der Spatheisensteine, Geisweid bei Siegen; zeigt auch das Detail der Trichteröfen 164
III. Westman's Röstofen zum Vorbereiten der schwedischen Magneteisensteine 182
IV. Cokesofen-Anlage, System Appolt zu 18 Retorten pro Massiv, nebst Berüstung des Ganzen . . . 248
V. Cokesofen der Pariser Gasanstalt von Pauwels und Dubochet, ohne Theergewinnung für die französische Ostbahn construirt . 244 u. 249
VI. Cokesofen, System François-Rexroth, für gasreiche Kohlen, auf verschiedenen Anlagen erbaut . . 250
VII, VIII. Cokesofen, System Smet, von Gobiet auf der Niederrheinischen Hütte zu Duisburg-Hochfeld erbaut für ächte Backkohlen . 251
IX. Cokesofen, System Coppée, in ganz analoger Weise für mässig backende Gemische auf rheinischen Werken erbaut . 253
X, XI. Cokesofen, Combinirtes System, Einzelheizung jedes Raums, Theilung des Sohlencanals, Führung der Gase nach einem hochgelegenen Canal, mehrfach am Niederrhein zur Ausführung gebracht 256
XII, XIII. Cokesausdrück-Maschine, älterer, doch noch sehr gebräuchlicher Construktion. Nach Aufnahmen der Hütte . 272
XIV. Neuere Cokesausdrück-Maschine . 272
XV. Stehende Drillings-Maschine von J. Schlink, Mühlheim a. d. Ruhr 317
XVI. Typen verticaler Gebläse (Seraing und Creusot) 318
XVII. Horizontal-Gebläse von Georgs-Marienhütte 318
XVIII. Gebläse von J. Gjers, Ayresome Iron Works bei Middlesborough 319
XIX. Balancier-Gebläse von Kamp & Co. in Wetter, Niederrheinische Hütte 320
XX. Balancier-Gebläse in geschlossener Eisenconstruktion, Crown point Iron Works 320
XXI. Schottischer Pistolen-Apparat, Gleiwitzer Hütte 322
XXII. Westfälischer (Langen'scher) Apparat, wie er auf westfälischen Werken betrieben wird 323
XXIII. Apparat von Karcher (Lothringer Apparat), wie er auf der Niederrheinischen Hütte arbeitet . . 325
XXIV. Hängeröhren-Apparat, wie sie früher auf der Georgs-Marienhütte fungirten 325
XXV. Apparat älterer Construktion von der Eisenhütte Vulcan bei Duisburg 326
XXVI. Apparat mit stehenden Rohren *a)* von Gutehoffnungshütte, *b)* aus Luxemburg 327
XXVII. Ringröhren-Apparat aus Nord-Amerika . 328
XXVIII. Apparat von J. Gjers, Ayresome Iron Works, ältere Form 328
XXIX. Apparat von Howson & Wilson für die North Lonsdale Iron works 329
XXX. Whitwell-Apparat, neuerer Construktion, nach einer Publikation Guyenets 338
XXXI. Cowper-Apparat, neuerer Construktion, erbaut zu Monceau sur Sambre 341
XXXII. Modificirter Whitwell, Patent C. Gödecke, erbaut zu Trzynietz (Oesterreichisch-Schlesien) . . . 342
XXXIII. XXXIV. Modificirter Apparat J. Gjers, erbaut für die Mathildenhütte bei Harzburg von C. Gödecke, ähnlich ausgeführt in Unterwellenborn, Georgs-Marienhütte, bei Siegen u. a. a. O. 329
XXXV. Zweiflammenrohr-Kessel für Hochofengase erbaut von C. Gödecke 305
XXXVI. Stehender Kessel für Abhitzen von Walzwerks-Anlagen, nach Angabe von Gruner 306
XXXVII. Röhren-Kessel mit Siedern für Hochofengase, erbaut von C. Gödecke 308
XXXVIII. Eisensteinwäsche zu Flensungen, erbaut von der Gesellschaft Humboldt 159
XXXIX. Eisensteinwäsche der Gesellschaft Germania, erbaut von der Gesellschaft Humboldt 159
XXXX. Eisensteinwäsche der Berg-Inspektion Dillenburg, erbant von der Gesellschaft Humboldt 159

In den Text eingedruckte Abbildungen.

	Seite
Läuterrinne für Erzwäschen	156
Rührtrog	157
Trommel	157
Austruy's Trommel	159
Rösten im Freien	162—163
Siegerländer alter Ofen zum Eisensteinrösten	164
Ofen zu Dowlais zum Eisensteinrösten	165
Erzröstöfen zu Lavoulte	166
Erzröstöfen zu Eisenerz	167—168
Erzröstofen des Cleveland-Bezirkes	168
Erzröstofen von J. Borrie	169—170
Flammenröstofen zu Vordernberg	171
Ganze Anlage, Vordernberg	172
Poch- und Rätter-Anlage, Vordernberg	172
Fillafer'sche Röstöfen mit Gasen	173—175
Moser's Gasröstofen	176
Gasröstofen von Howson und Wilson	177
Lührig'sche Wäsche für Steinkohlen	234—237
Evrard's Wäsche für Steinkohlen	238
Cokesbacköfen aus dem Bezirk von Mons	241—242
Durchgehende ältere belgische Oefen	243
Englische Cokesbacköfen mit Kessel-Anlagen	244—246
Cokesofen von Wintzek	255—256
Modificirter Coppée-Ofen von Dr. Otto	257—259
Gascokesofen von Dr. Otto	260
Cokesofen von Bauer und Gödecke	261—266
Englischer Bodenverschluss an Cokesöfen	270
Cokesofen-Wagen	271
Thürwinde	272

Bemerkung: In der Nummerirung der Vignetten ist ein Fehler begangen worden, indem die Zahlen von Fig. 33 direkt auf 43 übergehen. Auf die Beziehungen zwischen Text und Figuren ist dies ohne Einfluss.

Einleitung.

§ 1. Anlage und Betrieb der Eisenhütten sind in der Jetztzeit zu bedeutenden technischen Erscheinungen herangewachsen und zählen unter die grössten Aufgaben unserer in kühnen Ausführungen materiell bedeutsamer Entwürfe reichen Epoche. Gleichzeitig repräsentiren die beiden vorangestellten Begriffe die zwei Seiten, nach denen der Eisenhüttentechniker unaufhörlich thätig sein muss, die also auch vorzugsweise bei ihm ausgebildet sein und geübt werden müssen.

Von allen Fabrikationsingenieuren ist der Eisenhüttenmann derjenige, welcher in eben solchem Grade Hochbautechniker und Maschinenmann sein muss, als wie auch Umgestalter von Rohstoffen und Leiter von Werthssteigerungsprocessen.

Wegen der grossen Schwierigkeiten, welche das erfolgreiche gleichzeitige Beschreiten zweier in ihren intellectuellen Grundlagen verschiedenen Bahnen nothwendig mit sich bringt — verschieben sich die beiden Thätigkeiten gegen einander in der Art, dass einzelne Individuen mehr die construktiv-mechanische, andre wiederum die chemisch-metallurgische Seite der Theorie cultiviren.

Beide Gruppen vereinigt aber das Interesse des Betriebes und die reinpraktische Arbeit, so dass die als Maschineningenieure und als analytische Chemiker in die Thätigkeit der Eisenhütten eingetretenen Kräfte nach und nach eine gemeinsame technische Färbung anzunehmen pflegten, welche in den höher veranlagten Naturen sich zu einer allen Anforderungen entsprechenden Findigkeit steigert.

Es ist hierbei ganz natürlich, dass im Grossen und Ganzen bei denjenigen Betriebsbranchen, bei welchen die chemischen Reaktionen in den Vordergrund treten, die Chemiker prävaliren, während bei den übrigen Processen die Maschineningenieure die Leitung übernehmen. So herrschen am Hochofen durchweg die Chemiker, in den Stabeisen- und Stahlhütten die Maschinenleute, wenn nicht, wie augenblicklich, ein neues Verfahren die hüttenmännische Welt erregt, das auch für die Flusseisen- und Flussstahlfabrikation den Schwerpunkt in die Beobachtung complicirter chemischer Beziehungen legt. Wenn vor Kurzem ein hervorragender rheinischer Walzwerksingenieur dem Verfasser gegenüber die Bemerkung machte, dass augenblicklich durch den Percy Gilchrist'schen Process die Chemie auch in den Stahlwerken die erste Stelle einnehme, so ist das vollkommen richtig. Das momentane Interesse wird stets wechseln, wiewohl das ursprüngliche Verhältniss nach dem Ausebben der hochgehenden Wogen der ersten Erwartungen sich wieder herstellt.

§ 2. Neben den die technische Theorie bildenden genannten beiden wissenschaftlichen Faktoren tritt natürlich das ökonomische und das kaufmännische Element mit zwingender Gewalt auf, denn ohne Geld keine Anlage, kein Betrieb. Die kaufmännische Operation ermöglicht den Betrieb, eine richtige Oekonomie in Anlage und Verwaltung erleichtert die kaufmännische Thätigkeit. Da die Rentabilität von allen diesen Faktoren abhängt, so geht es mit derselben, wie mit dem Resultat einer Gleichung, in welcher mehrere Unbekannte vorkommen. Eine sichere arithmetische Operation zur Lösung ist unmöglich und nur eine Combination verschiedener Wahrscheinlichkeiten, zu deren Annahme man durch Erfahrung und Scharfsinn geführt werden kann, leitet zu einem befriedigenden Schluss.

Man hat es desshalb stets für ein sehr wichtiges Ziel der technischen Erziehung gehalten, auch dem kaufmännischen Geschäft eine gewisse Zeit zuzuwenden und möchte auch hier nochmals darauf hinzuweisen sein, dass der zeitweilige Aufenthalt in dem Comptoir eines Banquiers oder eines Grosshändlers jedem angehenden Ingenieur von grösstem Nutzen ist. Es wird ihn in den Stand setzen, die Fluktuationen seines Geschäfts von höherem Gesichtspunkt aus zu beurtheilen, als noch vielfach geschieht, und ermöglicht ihm, das Kirchthurmsinteresse seines Werkes oder seines Bezirks in würdige Beziehung zum politisch-ökonomischen Interesse des ganzen Staates zu setzen.

Auch wird dadurch der Gegensatz aufgehoben werden, der heut noch sehr oft in der Leitung von Eisenhüttenwerken sich bemerklich macht, der Gegensatz zwischen Technikern und Kaufleuten, die trotz gegenseitiger Unentbehrlichkeit leicht geneigt sind, sich um die erste Stelle zu streiten. Der Gegensatz hört auf, sobald der Constructionsingenieur wie der Betriebsingenieur ausreichend kaufmännische

Vorbildung besitzen, um bei jeder Gelegenheit an das Geldinteresse zu denken. Ein wirklich gebildeter Kaufmann wird sich leicht mit solchen Ingenieuren zurechtfinden, Persönlichkeiten abgerechnet, die in keinem Verhältniss auskommen und kaufmännisch geschulte Betriebsingenieure sind andrerseits wohl im Stande, in späteren Jahren die rein kaufmännische Leitung eines Werkes zu übernehmen, dessen technische Grundlagen sie auf das Genaueste kennen gelernt haben. Wo bis in die Spitzen der Leitung hinauf Verständniss des Betriebs vorhanden ist, wo auch in den untersten Faktoren der Fabrikation Einsicht in die Schwierigkeiten kaufmännischer Operationen sich findet, ist jedes Mal gedeihliches Arbeiten. Da man aber nicht das Gute vor dem Besseren vergessen soll, so wird man diejenigen Verhältnisse als die vollkommensten ansehen müssen, welche dem idealen Ziel am Nächsten kommen.

§ 3. Man kann nicht leugnen, dass unter den vorhandenen Besitz- und Verwaltungsformen, der selbstverwaltende persönliche Besitz obenan steht und dass nur noch solche Aktiengesellschaften, welche als die bequemere Form für ein vielgliedriges Besitzinteresse in einer grosse Familie gewählt worden sind, die gleichen Vorzüge haben. Alle anderen Besitzformen, bei denen die technischen und kaufmännischen Leiter von einem unwissenden Haufen Aktionaire oder was schlimmer ist, von einer geldstarken Minorität ins Schlepptau genommen werden, vermögen selten dauernd befriedigende Zustände zu schaffen.

Dabei sind wir durchaus entfernt, die gewöhnliche Aktiengesellschaft mit ihrem de facto unbegrenzten Recht Schulden zu machen, als die ungeeignetere Form des Eisenfabrikations- und Handelsgeschäftes hinzustellen. Die letzten 10 Jahre mit ihren bittern Erfahrungen, haben hinlänglich gezeigt, dass auch das reellste Unternehmen ausser Stande ist, den Besitzern jedes Jahr einen gleichen Zinsertrag der Einlage zu versprechen. Die Form der Aktiengesellschaft implicirt aber dieses Versprechen, und alle Jahre muss aufs Neue den Actionairen ein Theil der ihrer Ansicht nach ihnen vollgebührenden Dividende abgehandelt und dem Reservefonds, dem leider nicht immer grossen Regulator des Risikos einverleibt werden.

Dass dadurch alles ruhige und planmässige Vorgehen einem übereilten Haschen nach augenblicklichem Vortheil oftmals mehr anheimfallen muss, ist ohne Weiteres klar. Ebenso einleuchtend ist die steigende Wichtigkeit, welche den Agenten und Commissionairen beigelegt wird, die neue Ideen und Erfindungen vertreten. Nur selten nimmt man sich die Zeit, Apparate und Processe, die angeboten und empfohlen werden, technisch zu prüfen und vertraut darin mehr einer Garantieverabredung mit dem Lieferanten oder Construkteur als der eignen Beurtheilung und dem zweckmässig angeordneten Versuch

§ 4. Die sich überstürzende Fruchtbarkeit in der Erfindungssphäre, die tiefeingreifenden Aenderungen und Neuerungen, welche eine vollständige Verschiebung der industriellen Schwerpunkte veranlassen können, machen die Orientirung unter dem vorhandenen Brauchbaren auch für den umsichtigen Techniker noch schwieriger als sonst. Besonders gilt dies von den Apparaten, in deren Anlage und Construktion neben nicht zu viel Bewährtem und Gutem sehr viel im Princip wie in der Ausführung Falsches und Unsicheres existirt und angeboten wird. Dass Vieles davon trotzdem zur Anwendung gelangt, liegt in dem mehr und mehr erkannten Mangel einer genauen Kenntniss des Vorhandenen.

Zu dieser Kenntniss, die erst ausgebildet und erworben werden muss, ehe man Neues beurtheilen will, gehört vor Allem das Vergleichen aller dem gleichen technischen Zweck dienenden Apparate in steter Beziehung zur Einheit der Wirkung oder Leistung, dann der ebenso sorgfältige Vergleich der materiellen Zubehörung.

Es ist bei dieser vergleichenden Betrachtung die grösste Aufmerksamkeit auf die Gleichheit der betrieblichen Grundlagen zu richten, um nicht einen für bestimmte Materialverhältnisse sehr brauchbaren Apparat als unbrauchbar oder unvortheilhaft anzusehen, weil derselbe bei irgend einer Inanspruchnahme weniger günstige Resultate ergeben hat, als man von ihm erwarten konnte.

§ 5. So wichtig nun für die Kenntniss der eisenhütten-technischen Apparate, die eben motivirte Vergleichung auch ist, so wenig ist sie dennoch im ächt consequenten Sinn bis jetzt angewendet worden. Der unlängst verstorbene P. Havrez, einer der tüchtigsten belgischen Ingenieure, hat wohl einzig und allein das Verdienst in einem längeren Aufsatz unter der Ueberschrift: fourneaux comparés — diesen Gesichtspunkt gehabt zu haben, den nach ihm Dr. Hermann Grothe in seiner Monographie der Brennstoffe und Heizapparate zwar weiter festgehalten hat, doch ohne die Sache zu vertiefen, was sich im Hinblick auf die Wichtigkeit der Branche wohl verlohnt hätte.

Bei der im Folgenden sich findenden gelegentlichen Kritik der einzelnen Theile moderner Eisenhüttenanlagen soll speciell auf diesen Vergleich eingegangen werden. Derselbe wird sich aber nicht allein auf die oberflächliche Schilderung der Aeusserlichkeiten eines Apparates zu beschränken haben, wie sie leider in vielen literarischen Arbeiten von Ruf die Hauptsache sind, sondern auf die Beziehungen räumlicher Verhältnisse und Massen zu der Leistung sich namentlich erstrecken. Warum soll man in der That nicht, wie es für Maschinen durch Redtenbacher geschehen ist, aus guten ausreichend bekannten Apparaten Resultate ableiten, die sich zum Bau neuer Anlagen verwerthen lassen?

Dadurch allein gelangt man zu engerem Zusammenhang von Anlage und Betrieb, welcher rechtverstanden in den Stand setzt, ohne das sinnlose Chabloniren auszukommen, das so oft, besonders in

England und Deutschland geübt wird, wie im Folgenden mehrfach wird bewiesen werden können. Auch wird man dann das Wesentliche von dem Unwesentlichen, Zusätzlichen besser scheiden können und einsehen, dass es wichtig ist, auf Letzteres möglichst wenig Herstellungskosten, auf Ersteres dagegen die Hauptsumme zu verwenden.

Wenn noch hinzugesetzt wird, dass zu der richtigen Anlage von Eisen- und Stahlwerken eine genaue Kenntniss durchschnittlich möglicher Betriebsverhältnisse gehört, und das alle wissenschaftlichen Betriebsgrundlagen in gleicher Weise berücksichtigt werden sollten — so sind die wesentlichsten Gesichtspunkte angedeutet worden, welche die Abfassung dieses Hand- und Hülfsbuches bedingten.

§ 6. Es ist durchaus auf dem Boden eigner und fremder Erfahrung erwachsen. Auf wissenschaftlich-technischer Grundlage, wie sie in Deutschland Dr. Wedding, in Oesterreich-Ungarn Peter Tunner Kupelwieser und A. von Kerpely, in Frankreich Gruner und Jordan, in England Dr. Percy, Dr. Siemens und Bell, in Schweden Akerman, in Belgien Dr. Valérius, in Nordamerika A. Holley (zahlreiche andere verdienstliche Mitarbeiter nicht gerechnet) verbreitet haben, wird ein möglichst gesichtetes Material zu einem Ganzen vereinigt, das ein vollständiges Bild des heutigen Eisenhüttenwesens in seiner äusseren Erscheinung wie in seinem innersten Wesen geben soll.

Der volle Ersatz eines Lehrbuches ist nicht beabsichtigt; wenn auch der Leser in keiner Weise wegen irgend einer Sache im Unklaren belassen ist, so denkt der Verfasser weniger daran, den Anfänger zu belehren, als daran, dem Techniker selbst gesichtetes Material zur Benutzung bei den Anlage- und Betriebsarbeiten zu bieten.

Nichts Wichtiges zu übergehen, alles nur noch Historisch-Interessante gänzlich auszuscheiden, reiches und neuestes Material zur Orientirung zu geben, war von Anfang an geplant worden. Dadurch hofft der Verfasser das Neueste in ausgedehnterer Weise berücksichtigen zu können als es gewöhnlich bei methodisch angelegten Sammelwerken der Art möglich ist.

§ 7. Die Eintheilung des ganzen Gebietes geschieht am Besten so, dass man die Generalien, sowie die Materialvorbereitung als ersten Theil behandelt, darauf die Erzverarbeitung folgen lässt und mit der Darstellung des schmiedbaren Eisens den Beschluss macht.

Es entstehen mithin drei Haupttheile:

Erster Theil. Materialienlehre und Allgemeines;
Zweiter Theil. Erzverarbeitung;
Dritter Theil. Darstellung des schmiedbaren Eisens.

In jedem dieser Theile wird nach Darlegung der Betriebsgrundlagen und des nothwendigen resp. vorhandenen theoretischen Materials, das Detail der Betriebseinrichtungen besprochen und dann zu den Gesammtdispositionen der kleineren wie der grösseren übergegangen.

So baut sich aus den Elementen, deren Funktionen und Dimensionen genau festzustellen sind, die einzelne Arbeitsgruppe, aus den Arbeitsgruppen die grössere Betriebsabtheilung und aus den Betriebsabtheilungen das Werk mit all seinen Anforderungen an Verkehrs- und Transportmitteln auf.

Es ist diese Anforderung jedenfalls besser geeignet, um Construktionen bearbeiten zu lernen, als der neuerdings eingeschlagene Weg, Generalien (Dampfkesselanlagen, Arbeiterwohnungen und Transportmittel in bunter Reihe) und Pläne zuerst zu besprechen und dann vielleicht*) zu dem Detail überzugehen.

*) Von dem bezüglichen Werk, das hier gemeint ist, sind in sieben Jahren 2 Lieferungen erschienen, die angeblich ein Drittheil des Ganzen ausmachen sollen.

Erstes Buch.

Die gesammten Betriebsmaterialien und ihre Vorbereitung.

Vorbemerkungen und Eintheilung.

§ 8. Die Materialien des Eisenhüttenbetriebes zerfallen in sehr verschiedene Gruppen, je nachdem man den Begriff begränzt. Im gewöhnlichen Sinn versteht man darunter die Rohstoffe, welche die Metalle enthalten, die Substanzen die zur Verarbeitung der Rohstoffe denselben beigegeben werden und die brennbaren Stoffe, welche zur Wärmeerzeugung verwendet werden.

Im weiteren Sinn gehören dazu die Bau- und Construktionsmaterialien der Apparate, ferner die als Verbrennungsmittel angewendete in comprimirten Zustand gebrachte atmosphärische Luft, sowie der zum Betreiben der erforderlichen Maschinen nothwendige Dampf. Zur Herstellung von Gebläsewind und Dampf, benutzt man umfängliche Betriebsanlagen — Dampfkessel und Gebläse — welche hochwichtige Theile der Eisenhüttenanlagen ausmachen. Da Beide aber nicht in gleichem Maasse der Eisenindustrie ausschliesslich eigenthümlich sind, finden sie im Folgenden eine ungleiche Berücksichtigung.

Im allerweitesten Sinn rechnet man auch wohl noch die beim Betrieb verwendeten lebenden Wesen zu den Materialien, da sie ja auch eine respektable Kraftsumme hervorbringen und ihre zweckmässige Unterhaltung und Pflege mehr und mehr als im Interesse des Industriellen liegend angesehen wird. Durch materielle Erleichterungen, wie auch durch intellectuelle Pflege, sucht man den Arbeiter innerhalb der ihm durch seine sociale Stellung angewiesenen Grenzen, in jeder Beziehung zu heben und dadurch seine augenblickliche Leistungsfähigkeit ebenso zu steigern, wie man durch erleichterte Familienbildung auf Erziehung eines tüchtigen in strenger Zucht aufgewachsenen Arbeiterstandes hinarbeitet.

§ 9. Das erste Buch zerfällt nach dem Gesagten wohl am Besten in folgende Abschnitte:

Erster Abschnitt:	Die Eisenerze und ihre Vorbereitung;
Zweiter Abschnitt:	Die Zuschläge und ihre Vorbereitung;
Dritter Abschnitt:	Die Brennstoffe und ihre Vorbereitung;
Vierter Abschnitt:	Die metallurgischen Baumaterialien, ihre Gewinnung und Herstellung;
Fünfter Abschnitt:	Die Dampfkesselanlagen;
Sechster Abschnitt:	Die Anlagen zur Darstellung und zur Erzeugung der gepressten Luft: Gebläse und Winderzeugungsapparate;
Siebenter Abschnitt:	Hegung und Pflege lebender Krafterzeuger. Sonstige Generalien.

Unter Abschnitt 4 und 5 wird natürlich nur das metallurgische Interessante des ganzen in der Ueberschrift angedeuteten Gebietes zu geben sein, da alles Uebrige in speciellen Monographien, auf welche noch hingewiesen werden kann, Erledigung gefunden hat. Eine Ausnahme machen die in engster Verbindung mit metallurgischen Processen befindlichen Anlagen und Betriebsverhältnisse. Kessel, die mit Hochofengasen geheizt werden, oder mit der Abhitze von Flammöfen, nehmen die Aufmerksamkeit des Eisenindustriellen in bedeutenderem Maass in Anspruch als selbstständige Kesselanlagen; wiewohl auch Letztere von hervorragenden Ingenieuren mit grosser Sorgfalt behandelt zu werden pflegen.

Die Rücksicht auf den zu Gebote stehenden Raum zwingt uns aber, in solchen Fällen nur das Allernothwendigste zu bringen, um ausschliesslich metallurgischen Interessen nicht zu nahe zu treten.

Erster Abschnitt.

Die Eisenerze und ihre Vorbereitung.

§ 10. Wenn man sagt: Eisenerz ist Alles, was zur Eisenfabrikation verwendet werden kann, so ergiebt sich daraus, dass auch Stoffe künstlicher Herkunft, nicht nur natürliche Verbindungen des Eisens, zur Fabrikation, d. h. zur kaufmännischen Herstellung im Grossen als Eisenerze gelten können. In der That werden namentlich zweierlei Abfälle eigner und verwandter Industriezweige zur Verwerthung in Eisenhütten gebracht: einmal sind es metallreiche Oxyde und Schlacken aus bestimmten Zweigen der Eisen- und Stahlfabrikation; dann eisenreiche Rückstände von Extraktionsarbeiten andrer Metalle z. B. des Kupfers und Silbers. Auch bloss mechanische Abfälle z. B. Bohr- und Drehspäne, allerdings in verrostetem halbvererztem Zustand wandern zur Erzverarbeitung vielfach zurück und können mithin ebenfalls als reiches Erz gelten.

Alle diese Materialien, natürliche und künstliche, sind begreiflicher Weise sehr ungleich geartet und bedürfen, will man sie von einander unterscheiden, einer theils wissenschaftlichen, theils technischen Classification.

Die wissenschaftliche Unterscheidung wird auf die mineralogischen festgestellten Species der Eisenerze noch immer am Besten zurückzuführen sein — während die technische mehr das Verhalten bei der Verarbeitung im Auge hat und die dabei hervorspringenden Vor- und Nachtheile. Während die erstere keine Folgerung und Schlüsse auf den muthmasslichen Ausfall der Verwendung gestattet, sucht die Letztere schon in der gewählten Ausdrucks- und Benennungsweise eine dessfallsige dem Praktiker wichtige Andeutung zu geben.

Nach einer Recapitulation der in jedem wissenschaftlichen Lehrbuch der Metallurgie ausgeführten mineralogischen Classification sind desshalb auch die technischen Gesichtspunkte ausführlich zu behandeln um den Ansprüchen des Praktikers gerecht werden zu können.

Eine rein aus praktischen Gründen versuchte Werthsbestimmung der Eisenerze nach Analysenergebniss und Fabrikationsziel, wird desshalb nicht zu umgehen sein.

Den Beschluss machen die vorbereitenden Arbeiten, die man mit den Eisenerzen vornimmt und die Besprechung der dabei angewandten Apparate.

1. Kapitel.

Uebersicht und Classification der mineralogisch unterscheidbaren Eisenerzspecies.

§ 11. Das Eisen tritt meistens als sauerstoffhaltige Verbindung in der Natur auf; wenigstens sind die zur Eisengewinnung tauglichen Erze stets sauerstoffhaltig. Die Schwefelverbindungen, unter denen der Schwefel- oder Eisenkies (Pyrit, Tesseral- und Würfelkies) obenan steht, sind als Schwefelerze, nicht als Eisenerze anzusehen; der Eisengehalt andrer schwefelhaltiger Erze wird entweder bei der bezüglichen Metallgewinnung als Schlackenbilder benutzt, oder er gelangt erst nach Abwicklung eines oft langwierigen Extraktionsverfahren, in den Fabrikationsrückständen zur eisenhüttenmännischen Verwendung.

Man unterscheidet nun folgende mineralogische Species von Eisenerzen:

Eisenoxydoxydul = Magneteisenstein Fe_3O_4 mit 72,4/$_{00}$ Fe;

Eisenoxyd = Rotheisenstein Fe_2O_3 oder FeO_3 mit 70,0/$_{00}$ Fe;

Eisenoxydhydrat = Brauneisenstein $\left.\begin{matrix}H_6\\Fe_2\end{matrix}\right\} O_9$ mit 60,0/$_{00}$ Fe;

Eisencarbonat $FeCO_3$ mit 48,3/$_{00}$ Fe.

In der angedeuteten Reinheit, d. h. mit dem vorstehenden Metallgehalt kommen die Verbindungen des Eisens als wirkliche Erze, d. h. ausreichend massig, nicht vor. Nur vereinzelt und mehr als Einschlüsse wie als Lagerstätten treten obige 4 Species natürlicher Eisenverbindungen in der Natur auf.

Eine grosse Menge verschiedener andrer Mineralstoffe, theils passiver, theils activer Bedeutung für den Erzverarbeitungsprocess entstellen den ursprünglichen Charakter der reinen Eisenverbindung und ergeben die fast unendlich zahlreichen Spielarten, in die sich die Erzreihe des Eisens spaltet. Nach Kenntnissnahme der hervortretendsten Varietäten der Erze ergiebt sich von selbst eine Gruppirung der Nebenbestandtheile und eine Unterscheidung ihres Einflusses auf die Arbeit.

A. Der Magneteisenstein.

§ 12. Der Magneteisenstein, das natürliche Eisenoxydoxydul, kommt nicht selten ganz rein vor, indem auch technisch verwerthbare Varietäten desselben hohe Grade von Reinheit zeigen.

Die in dem alpinen Schiefer auftretenden bekannten oktaedrischen Krystalle, die oktaedrischen und dodekaedrischen Ausscheidungen und Spaltungstücke in den skandinavisch-uralischen Lagerstätten, die kleinen in Urkalken u. a. Gesteinen älterer Zeit eingesprengten Individuen sind die reinsten Vorkommnisse, auch verhältnissmässig verbreitet, aber nicht von ökonomischem Belang.

Die zur Gewinnung von Roheisen benutzbaren, d. h. massig auftretenden Magneteisensteine zeigen sehr verschiedene Grade von Verunreinigung und eine reiche Combination von Nebenbestandtheilen, die weiter unten speciell erörtert werden.

Die Verbreitung ist keine sehr bedeutende. Mächtige Lagerstätten in den älteren Gesteinsformationen, häufig in Verbindung mit Urkalkgängen und Lagern — sind die vorwiegenden Gattungen des Auftretens. Weit seltener kommen Gänge oder andere Formen der Lagerung vor; ebenso verhält es sich mit dem Anschluss an modernere Formationen. Derselbe gehört unbedingt zu den Ausnahmen (davon Formation im Siegerland und Algier, Juraformation zu Rosedale in Cleveland, North-Yorkshire) und kann bis jetzt wenig in den Kreis technischer Speculation gezogen werden.

Die Gegenden, in welchen der Magneteisenstein die Physiognomie des Eisenhüttenwesens ganz oder theilweise bedingt, sind:

in Europa: die skandinavischen Lande, Lappland und Finnland;
in Asien: das Uralgebirge;
in Afrika: das Mittelmeergestade bei Bona;
in Amerika: Canada und der nördliche Theil der Vereinigten Staaten.

In den allgemeinen Verkehr treten als der Communication zugänglich nur einzelne Varietäten aus den skandinavischen Ländern und das afrikanische Erz. Die übrigen Fundorte sind nur für die einheimischen Produktionsbezirke wichtig; die letzteren laboriren aber alle an dem Mangel, guten d. h. ausreichend mächtigen Brennstoffes. Dadurch ist das stellenweise sehr bedeutende Vorkommen dieses reichsten aller Eisenerze commerciell nicht so einflussreich geworden, als manches andre Erzlager von geringerer Qualität aber besserer Lage.

§ 13. Der normale oktaedrische Magneteisenstein der Alpen, enthält ausser Titaneisen keine fremden Substanzen. Es existiren mehrere Analysen, welche das Verhältniss von Oxyd zu Oxydul genau feststellen und dasselbe als ein schwankendes erscheinen lassen.

So fand z. B.

Karsten in Oktaedern aus tyrolischem Chloritschiefer	69,87	$Fe\,O_3$	29,64	FeO
Fuchs in Oktaedern aus dem Zillerthal	68,40	—	33,88	—
v. Kobell in Oktaedern von Schwarzenstein (Zillerthal) Mittel aus 3 Analysen	74,90	—	25,04	—
Rammelsberg in Oktaedern vom Greiner (Zillerthal)	67,59	—	32,54	—

Sehr rein sind einige schwedische resp. norwegische und lappländische Erzvarietäten, ohne gerade in allen Fällen Krystallisationen zu zeigen.

Es fanden (nach Rammelsbergs Mineralchemie)

Karsten in körnigem Magneteisen von Arendal . .	69,74	$Fe\,O_3$	30,00	FeO
v. Kobell in schaligem Erz von demselben Orte . .	75,87	—	24,13	—
(hierbei wurde das Manganoxydul mit FeO zusammen gewogen)				
Karsten in Oktaedern von Dannemora	70,23	$Fe\,O_3$	29,65	FeO
Karsten in derbem Erz von Thorsaker	70,52	—	29,40	—
Rammelsberg in blättrigem Erz von Norberg . .	71,85	—	28,00	—
Karsten in körnigem Erz von Gellivara	70,71	—	28,78	—

Dazu ist zu bemerken, dass bei der Analyse der Oktaeder von Dannemora 0,4/₀₀ wovon 0,25/₀₀ Titaneisen abgezogen wurden und dass bei dem Erz von Gellivara 1,85/₀₀ Eisenglanz abgerechnet sind. Ueber die Lagerstätten der skandinavischen Magneteisensteine, die Verunreinigungen der Erze und ihre Qualitätsunterschiede ist noch Folgendes zu bemerken: (Schwedische Ausstellungsberichte etc.)

§ 14. Die Magneteisensteine Schwedens liegen, wie der sie begleitende Eisenglanz in der Urformation und bilden Lager und Lagerstöcke im Gneiss, Eurit, Glimmerschiefer und Urkalk. Die meisten der Magneteisensteine und auch der Rotheisensteine enthalten mehr oder weniger Quarz; sehr allgemein ist aber noch ihre Mischung mit Augit, Hornblende, Chlorit, Epidot, Granat und theilweise mit Kalkspath. Dadurch enthalten die Erze einen sehr verschiedenen Schmelzcharakter, sind aber doch vorwiegend sauer, da die kalkhaltigen und die neutralen Erze im Ganzen ausserordentlich zurücktreten.

Die kalkreichen Erze sind vielfach magnetisch; ausserdem zeichnen sie sich durch einen beträchtlichen Mangangehalt aus.*)

Der Eisengehalt variirt zwischen 30 und 70/00, liegt aber vorwiegend in den engeren Grenzen 45—55/00; bei kalkigen Erzen verwendet man oft noch ärmere Sorten, deren Eisengehalt bis 20/00 heruntergeht, da in diesem Fall der basische Charakter der Erze hauptsächlich werthvoll erscheint und deren Eisengehalt Nebensache ist.

Die meisten der schwedischen Magnet- und Rotheisensteine sind ziemlich phosphorsäurefrei; einzelne Lagerstätten enthalten nur 0,003/00 bis 0,01/00 Phosphor. Dagegen ist es sicherer, mit einem Gehalt von 0,01—0,05/00 zu rechnen, der immerhin noch keine Degradation der Erze bedingt. Wenn man auch in einigen Erzen (Grangerde und Gellivara z. B.) mehrere Zehntelprocente, vereinzelt sogar bis 1/00 Phosphor ermittelte, so giebt das quantitative Zurücktreten dieser Erze gegenüber den anderen Arten des Vorkommens volle Veranlassung ihre Gewinnung nicht zu unternehmen, wenigstens nicht zur Verarbeitung im Inland.**)

Dass der Phosphorgehalt von eingemengtem Apatit herrührt, ist ausser aller Frage; von dem direkten Einfluss organischer Reste kann ja bei dem Alter der Lagerstätten wohl nicht die Rede sein.

Der Schwefelgehalt der skandinavischen Erze, von Schwefel- und Kupferkies herrührend, seltener von anderen Schwefelmetallen, ist ebenfalls ein sehr ungleicher. Durch sorgfältiges Rösten beseitigt man denselben aber grösstentheils, was leider mit dem Kupfergehalt nicht möglich ist, der desshalb eine nicht unbedenkliche Verunreinigung der Erze constituirt.

Ein Titan- und Vanadingehalt, der öfters, z. B. am Taberg-Erz (bis 6/00 Titansäure) nachgewiesen wird, ist nicht ohne Belang für die Qualität des Erzes, wiewohl er nicht in das daraus dargestellte Roheisen übergeht.

§ 15. Abgesehen von älteren Untersuchungen, wurden gelegentlich der letzten Industrieausstellungen eine Menge von Analysen mitgetheilt, denen sich in der Zwischenzeit verschiedene in der Zeitschrift des Jern Kontor's veröffentlichte Resultate anschliessen, so dass man im Allgemeinen über die schwedischen Erze sehr gut unterrichtet ist.

Auf der Wiener Ausstellung war die schwedische Abtheilung in der I. und VII. Gruppe bekanntlich eine äusserst glanzvoll ausgestattete und Professor Akerman veröffentlichte damals in einer besonderen die schwedische Eisenindustrie darstellenden Brochüre eine grosse Anzahl von Analysen (über 200) ***).

Aber auch einzelne hervorragende Werke gaben Analysen besonderer Erze bekannt, die jene Zusammenstellung ergänzen und besonders erwähnt werden sollen.

So hat der Eisenwerkscomplex Ferna folgende Erzanalysen mitgetheilt:

	FeO $Fe O_3$	MnO	Mn_3O_4	CaO	MgO	$Al O_3$	$Si O_2$	CO^2	S.	$Fe S_2$	P.
Grube Hilläng	43,30	11,65	—	12,75	1,40	2,10	15,40	11,50	—	—	—
	52,30	13,95	—	7,35	2,00	2,25	16,70	5,40	0,04	—	0,01
„ Drag	84,80	—	—	—	—	Sp	14,50	—	0,35	—	0,02
„ Byberg	74,35	—	0,80	5,00	Sp	—	20,60	—	0,02	—	0,036
„ Fjetterbäck	50,00	—	2,30	16,25	6,80	—	8,70	14,50	0,10	—	0,015
„ Norra	9,80 50,85	0,10	—	6,60	7,90	2,60	21,65	—	—	0,06	0,022
„ Wind	17,75 51,95	0,10	—	4,75	6,55	—	18,85	—	—	0,35	0,012
„ Spetal z. Norberg	71,35	—	0,15	2,25	0,10	0,50	25,70	—	0,01	—	0,003
„ Hercules z. Gräsberg	74,80	0,20	—	3,50	2,20	Sp	21,20	—	0,02	—	0,030

*) Das Erz von Langvik enthält 8/00, das Erz von Granrot und anderen Gruben in Morberg 7/00 Manganoxydul; das Erz vom Svartberge, welches zu Schisshyttan in Kopparberg Län auf Spiegeleisen verarbeitet wird, enthält sogar 15—20/00 Manganoxydul, meistens in der Form eines als Gangart oder Beimischung auftretender Kalkmangangranats und des Knebelits. Auch das Erz der Penninggrube, Gefleborg Län, mit 12—14/00 Manganoxydul, ist hier zu erwähnen.

**) Anders dürfte es mit dem Erzexport sein, der in neuerer Zeit oftmals betont und besprochen worden ist, sogar von deutschen Werken, welche 70—90 Meilen (500—650 Kilometer) landeinwärts der deutschen Küste liegen. Zur Verhüttung auf den Hochöfen der Dortmunder Union gelangen u. A. zwei Sorten schwedischer Eisenerze, deren Analysen, welche der Verfasser der Güte der Direction zu Dortmund verdankt, Folgendes ergeben haben:

	Wintergruserz	Bissugserz
FeO	17,40	21,83
$Fe O_3$	41,13	58,01
Fe	44,45	60,26
$Mn_3 O_4$	0,86	0,90
Mn	0,62	0,64
$Al O_3$	0,43	0,18
CaO	0,32	0,29
$P_2 O_5$	0,037	0,029
$Si O_2$	40,40	18,30

***) Aus Akerman's Angaben mögen Nachstehende hier Platz finden, die sich auf Magneteisensteine z. Th. in Rotheisensteine übergehend, beziehen.

			$Mn O_3$	P.	S.	Fe
Gräsberg, geröstete	$Fe O_3$ / $Fe_3 O_4$	61,2	0,3	0,043	0,02	43,7
Stora Bispberg, geröstete	$Fe O_3$ / $Fe_3 O_4$	28,8 / 21,7	0,16	0,008	—	63,8
Grängesberg, roh	$Fe O_3$	82,5	Sp.	0,101	0,02	57,7
Dalkarlsberg, roh	$Fe O_3$	87,4	0,09	0,029	—	61,2
Norberg, roh	$Fe_3 O_4$	64,0	0,10	0,014	0,003	46,3
Dannemora, geröstete	$Fe_3 O_4$	74,9	1,53	0,008	0,04	54,3
Persberg, roh	$Fe_3 O_4$	66,7	2,06	0,022	0,00	48,3
Taberg, roh	$Fe_3 O_4$	43,5	0,4	0,055	0,013	31,5
Langvik, geröstete	$Fe_3 O_4$	60,4	8,01	0,020	0,02	43,7
Penning, roh	$Fe_3 O_4$	60,3	14,6	0,002	0,04	43,6

Das Bessemerwerk Fagersta verarbeitet auf seinem Hochofenwerk Westanfors Eisenerze von

	Oestra Stortäkten		Granrot-Grube		Gröndal-Grube		
mit:	27,49	—	3,10	—	6,35	—	$Si\,O^2$
	1,30	—	2,05	—	1,15	—	$Al\,O_3$
	2,16	—	1,20	—	2,65	—	CaO
	1,76	—	1,05	—	3,85	—	MgO
	0,81	—	10,40	—	5,50	—	MnO
	20,74	—	23,56	—	22,82	—	FeO
	46,14	—	52,44	—	50,78	—	$Fe\,O_3$
	—	—	6,10	—	5,95	—	CO^2
	0,016	—	0,009	—	0,014	—	$P_2\,O_5$
	100,416		99,909		99,064		

§ 16. Was nun weitere Untersuchungen schwedischer Magneteisensteine anbetrifft, so theilt Lundberg (Jernkontorets Annaler 1873. S. 319) folgende Analysen und Proben mit:

Magneteisenstein von Jordas-Grube in Wahlborg — Gefleborg, 10 Stufen mit Neotokit, Hornblende und etwas Schwefelkies.

Tiegelproben: a) 8/₀₀ Kalk, 47,2/₀₀ Roheisen (mit 0,01/₀₀ P und 0,06/₀₀ S) gelbgrüne emailartige Schlacke;

b) 15/₀₀ Kalk, 48,2/₀₀ Roheisen, grüne glasartige Schlacke;

c) 20/₀₀ Kalk, 49,4/₀₀ Roheisen, grüne glasartige Schlacke.

Mangangehalt des Erzes 4,05/₀₀.

Eisenstein von Rudtorps-Grube in Tinsta — Upsala; eingeliefert wurde ein grösseres Quantum gequetschtes Erz.

Tiegelproben: a) allein 57,2/₀₀ Roheisen, Schlacke grau und steinig;

b) mit 5/₀₀ Kalk, 57,8/₀₀ Roheisen, Schlacke grau, wachsartig;

c) mit 8/₀₀ Quarz, 57,5/₀₀ Roheisen, (0,01/₀₀ P und 0,04/₀₀ S haltend) Schlacke grau, krystallinisch.

Mangangehalt des Erzes 0,62/₀₀.

Eisenstein von Stor-Grube in Norberg, eingeliefert 10 Stufen.

Tiegelproben: a) mit 15/₀₀ Kalk 43/₀₀ Roheisen (0,04 P und 0,05 S haltend), Schlacke grau, emailartig.

b) mit 20/₀₀ Kalk 44/₀₀ Roheisen, Schlacke wie vorher;

c) mit 25/₀₀ Kalk 44,5/₀₀ Roheisen, Schlacke glasartig, grau.

Eisenerz von der Fomma-Grube, südlich von Grängesberg, roh und pulverisirt eingeliefert.

Analyse:	
$Si\,O^2$	14,20
$Al\,O_3$	3,31
CaO	0,98
MgO	0,47
MnO	0,15
$Fe_3\,O_4$	81,05
	100,16

Tiegelproben: a) mit 6/₀₀ Kalk, 58,5 Roheisen (0,08 P und 0,03 S haltend), grüne glasige Schlacke;

b) mit 15/₀₀ Kalk, 60,2 Roheisen, hellblaue glasige Schlacke.

Eisenerz von Svederna-Grube in Eds — Kalmar, 13 Stufen eingeliefert, quarz- und glimmerhaltig.

Analyse:	
$Si\,O^2$	12,21
$Al\,O_3$	3,18
CaO	0,67
MgO	0,45
$Fe_3\,O_4$	82,63
MnO	Sp.
	99,14

Tiegelproben: a) mit 5/₀₀ Kalk 58/₀₀ Roheisen (0,083 P und 0,03 S), blaugrüne emailartige Schlacke;

b) mit 10/₀₀ Kalk 61/₀₀ Roheisen, grauliche glasige Schlacke.

Eisenerz von der Fall-Grube bei Grubbofallet, Folkärna, Dalarne eingelieferte 11 Stufen mit Hornblende und etwas Schwefelkies.

Tiegelproben: a) allein 41,2/00 Roheisen, grüne glasige Schlacke;
b) mit 10/00 Kalk 45,5/00 Roheisen, farblose glasige Schlacke;
c) mit 5/00 Quarz 37,3/00 Roheisen (0,012 *P* und 0,04 *S* haltend), blaugrüne emailartige Schlacke.

Eisenerz von der Skogs-Grube in dem Walde bei Grubbo — Folkärna — Dalarne, eingesandt 5 Stufen mit grüner Hornblende.

Tiegelproben: a) allein 34/00 Roheisen, glasige hellblaue Schlacke;
b) mit 1500 Kalk 35,7/00 Roheisen, Schlacke wie vorher;
c) mit 5/00 Quarz 34/00 Roheisen (0,047 *P* und 0,03 *S* haltend), Schlacke blaugrün, emailartig.

Wie aus den vorstehend möglichst vollständig wiedergegebenen Untersuchungen hervorgeht, begnügt man sich zuweilen mit dem Ausfall der Tiegelproben, während dieselben in anderen Fällen das Resultat der Analysen unterstützen und begleiten. Nach Maassgabe des Ausbringens bei verschiedener Höhe des Kalkzuschlages wird hierbei das günstigste Verhältniss zum Verarbeiten des Erzes leicht ermittelt und ausserdem gewähren die Proben noch einen Anhalt, bezüglich der Schlacken- und Roheisenqualität.

§ 17. Bezüglich weiterer Analysen von Magnet- und anderer Eisensteinen berichtet C. H. Lundstrom (Bergschule Philippstadt) Jernkontorets Annaler 1875. S. 356, über seine analytische Thätigkeit.

1. Erz von der Morgrube Grängesberg.

$Si\,O^2$. . .	11,86	Sauerstoffgehalt		6,33
$Al\,O_3$. . .	0,87	„		0,41
CaO . . .	0,33	„	0,09	
MgO . . .	0,57	„	0,23	
MnO . . .	0,27	„	0,05 . .	0,37
$Fe\,O_3$. . .	33,50	61,25 *Fe*		
$Fe_3\,O_4$. . .	52,20			
$P_2\,O_5$. . .	0,202	mit 0,088 *P*		
S	0,021			
	99,813			

2. Erz von der Per Danielgrube Grängesberg.

$Si\,O^2$. . .	12,44	Sauerstoffgehalt		6,63
$Al\,O_3$. . .	0,33	„		0,15
CaO . . .	1,08	„	0,31	
MgO . . .	0,51	„	0,20	
MnO . . .	0,16	„	0,04 . .	0,55
$Fe\,O_3$. . .	62,44	59,51 *Fe*		
$Fe_3\,O_4$. . .	23,20			
$P_2\,O_5$. . .	0,412	= 0,18 *P*		
S	0,016			
	100,589			

3. Blutstein der Zimmergrube Grängesberg.

$Si\,O^2$. . .	14,53	Sauerstoffgehalt		7,75
$Al\,O_3$. . .	1,13	„		0,53
CaO . . .	1,12	„	0,32	
MgO . . .	0,65	„	0,26	
MnO . . .	0,23	„	0,05 . .	0,63
$Fe\,O_3$. . .	82,66	= 58,16 *Fe*		
$P_2\,O_5$. . .	0,378	= 0,165 *P*		
S	0,018			
	100,716			

4. Schwarzerde von der Zimmergrube, Grängesberg.

SiO^2 . . .	8,55	Sauerstoffgehalt		4,56
AlO_3 . . .	0,81	„		0,38
CaO . . .	0,61	„	0,17	
MgO . . .	1,17	„	0,47	
MnO . . .	0,26	„	0,05 . .	0,69
Fe_3O_4 . . .	88,64	= 64,19 Fe		
P_2O_5 . . .	0,327	= 0,143 P		
S	0,022			
	100,389			

5. Eisenerz von der Galtgrube, Grängesberg.

SiO^2 . . .	12,23	Sauerstoffgehalt		6,52
AlO_3 . . .	0,28	„		0,13
CaO . . .	1,29	„	0,37	
MgO . . .	1,26	„	0,40	
MnO . . .	0,37	„	0,08 . .	0,85
FeO_3 . . .	25,72	= 60,27 Fe		
Fe_3O_4 . . .	58,36			
P_2O_5 . . .	0,231	= 0,101 P		
S	0,023			
	99,764			

6. Eisenerz von der Fallgrube, Stjelkberg (Nya Kopparberg).

SiO^2 . . .	20,86	Sauerstoffgehalt		11,12
AlO_3 . . .	0,53	„		0,13
CaO . . .	10,75	„	3,07	
MgO . . .	3,53	„	1,41	
MnO . . .	1,31	„	0,29 . .	4,77
Fe_3O_4 . . .	58,67	= 42,49 Fe		
P_2O_5 . . .	0,022	= 0,0098 P		
S	0,076			
Cu	3,450			
	99,198			

7. Erz von der Lugnasgrube bei Carlstad.

SiO_2 . . .	10,14	Sauerstoffgehalt		5,41
TiO_2 . . .	0,57	„		0,13
AlO_3 . . .	0,37	„		0,17
CaO . . .	0,43	„	0,12	
MgO . . .	0,29	„	0,12	
MnO . . .	0,97	„	0,22 . .	0,46
Fe_3O_4 . . .	77,29	= 66,22 Fe		
P_2O_5 . . .	0,018	= 0,0079 P		
S	0,050			
	100,108			

§ 18. Lundberg (Jernkontorets Annaler 1875. S. 390) theilt mit:

Analyse eines Schwarzerzes von Hylledsgrube in Edssocken nächst Kalmar — 15 Stufen mit Quarz, Glimmer nebst etwas Kupfer- und Schwefelkies — übergeben von B. de Maré.

SiO^2	18,13
AlO_3	3,72
CaO	1,45
MgO	2,21
MnO	Sp.
Fe_3O_4	72,50
	98,01

Tiegelproben: a) 47,7/₀₀ Roheisen (mit 0,83 P und 0,04 S), Schlacke graugrün emailartig.
b) mit 5/₀₀ CaO 50,3/₀₀ Roheisen, Schlacke grün, glasig.
c) mit 10/₀₀ CaO 53,4/₀₀ Roheisen, Schlacke grau, glasig.

§ 19. Neuer sind einige Untersuchungen über die Eisenerze des Reviers Norberg, Provinz Westmanland; sie werden mitgetheilt in Jernkontorets Annaler 1876.

Demnach würden diese Erze in 3 verschiedene technische Classen zu scheiden sein.

1⁰ Kieselige oder Trockenerze, aus Rotheisenstein mit Quarz- und Granatschnüren bestehend, zuweilen aber doch Partieen von grobkrystallinischem Magneteisenerz enthaltend;

2⁰ Magneteisensteine, mit Pyroxenarten und Granat gemengt;

3⁰ Kalkige oder sogenannte Mischerze, magnetische in dolomitischen Kalkstein eingelagerte Erze, die oft sehr manganhaltig sind.

Die Kieselerze sind bis über 50/₀₀ reich und beanspruchen 20—30/₀₀ Kalkzuschlag; sie halten ca. 0,02/₀₀ *P* und 0,01 *S*.

Die Pyroxenerze werden durch Scheidung leicht auf 55—60/₀₀ gebracht, brauchen keinen Kalk und halten kaum 0,01 *P* und 0,04 *S*.

Die Mischerze zerfallen nach dem sehr schwankenden Eisengehalt wieder in 3 verschiedene Sorten, die in der Quelle charakterisirt werden.

§ 20. Auch Norwegen participirt an dem Magneteisenerz-Reichthum der skandinavischen Länder in Etwas und ergeben schon die s. Z. in Wien ausgestellten Muster die Vorzüglichkeit dortiger Erze.

J. O. Feyer in Stavanger stellte Magneteisensteine und Rotheisensteine (Glanze) aus, deren Zusammensetzung nach beigegebenen Analysen eine zwischen der des reinen Magneteisens und des Eisenglanzes schwankende Verbindungsform des Eisens darstellen. Sie scheinen Mangan-, Schwefel- und Phosphorfrei, doch ist in den Analysen nicht angegeben, ob nach diesen Bestandtheilen überhaupt gesucht wurde oder nicht. Es ist nicht mit Gewissheit vorauszusetzen, dass diese, sowie die schwedischen Erze in älteren Formationen mit sehr vielerlei Mineralien auftretenden Erze ganz frei von Beimischungen seien, welche in dem Rohmaterial des Nachbarlandes eine zwar sehr wechselnde doch aber ausreichend bemerkliche Rolle spielen. Die Analysen lauten:

Fe_2O_3	37,5	70,5	60,6	76,5	61,0
FeO	43,0	—	14,4	—	24,0
TiO_2	28,3	19,4	14,7	21,0	12,7
SiO_2	0,5	5,5	5,3	1,3	1,1
Al_2O_3	0,3	2,9	3,0	0,9	1,0
CaO	0,1	—	0,8	—	—
MgO	0,2	0,8	1,0	—	—
S	—	—	—	—	—
P	—	—	—	—	—
Fe	52,0	54,0	57,5	61,0	64,0

Die vorstehenden Ziffern sind dem Kerpelyschen Bericht über das Eisen auf der Wiener Ausstellung entnommen.

Sehr bemerkenswerth ist der hohe Gehalt an Titansäure, der diese Erze fast in die Classe der Titaneisensteine verweist. Sind die obigen Ausweise dieses Nebenbestandtheiles richtig, so würden derlei Materialien in mancher Hinsicht hochqualificirt erscheinen, da der Titangehalt für einzelne Betriebszwecke nicht ohne günstigen Einfluss ist, und da ihm namentlich auf die phosphorhaltigen Bestandtheile des Erzes eine Einwirkung zugeschrieben wird.

In dem Eurit und Kalkstein, welcher das im nächsten Abschnitt zu erwähnende Hämatitlager von Bodoe, Nordmarken einschliesst, ist ebenfalls Magneteisen gefunden worden.

Der bekannteste Magneteisenstein Norwegens, der von Arendal, ist bereits weiter oben angeführt worden; das Vorkommen ist leider kein sehr ausgedehntes, so dass es wenig zur Eisenproduktion beiträgt.

§ 21. In Deutschland spielt der Magneteisenstein keine hervorragende Rolle; es sind überhaupt nur wenig Fundorte bekannt und dieselben zeigen niemals eine bedeutendere Mächtigkeit des Vorkommens.

Wie in Skaninavien und Russland knüpft sich indess auch hier das Vorhandensein des Magneteisenerzes an die Existenz ältester Formationen; an mehr als einer Stelle ist die Einwirkung eruptiver Einflüsse nachzuweisen.

Metallurgisch einigermaassen werthvoll sind die Magneteisensteine von Schmiedeberg in Schlesien, von denen Grundmann die folgenden Analysen gemacht hat (Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft 1859. S. 408):

Fe_3O_4	79,49	79,61
SiO_2	3,18	3,22
Al_2O_3	5,94	5,94
$CaCO_3$	4,40	4,00
FeS_2	6,99	7,23

Ohne den zuletzt angeführten Bestandtheil würde das Erz ein sehr gutes Material sein und namentlich bezüglich der Nähe des Waldenburger Kohlenreviers günstige Aussichten geboten haben.

Da aber der hohe Schwefelgehalt sich auch durch verschiedene nach einander angestellte Röst- und andere Versuche nicht hat beseitigen lassen, so haben sich anfänglich gehegte Erwartungen nicht verwirklicht.*)

Die Erze selbst kommen auf Lagern, die in ihrer Mächtigkeit bedeutend wechseln und eine solche bis zu 4 Metern zu erreichen vermögen in einer den Granit mantelartig umgebenden Gneisszone vor und werden von Hornblendeschiefern und Granatgesteinen begleitet.

Auch andre Stellen der Sudeten z. B. die Gegend von Schreckendorf und Johannisberg in der Grafschaft Glatz weisen Magneteisenerze auf, deren Zusammensetzung aber wenig bekannt geworden ist.**)

§ 22. Im Erzgebirge sind an mehreren Stellen Magneteisensteine nachgewiesen und in Gebrauch genommen worden z. B. bei Berggiesshübel, wo die Wiederaufnahme der alten Bergbaue zur Bildung der Pirnaischen Hochofengesellschaft geführt hat.

Das Erz ist in Granatoädern krystallisirt und ergab eine ältere Analyse von Karsten

$$FeO_3 \quad 69{,}24$$
$$FeO \quad 30{,}49$$

in der krystallisirten Substanz.

Die Durchschnittsqualität ist aber weit entfernt von diesem Verhältniss und eine blosse Wanderung auf den Halden, überzeugt von der Ungleichmässigkeit der Förderung und von der Schwäche des Vorkommens.

Bedeutender sind die im Quellgebiet der Zwickauer Mulde auftretenden Magneteisensteine, welche auf der Königin Marienhütte bei Zwickau verschmolzen werden.

Dahin gehört der Magneteisenstein von Rittersgrün bei Schwarzenberg, welcher neben jenem von Berggiesshübel technische Verwendung findet.

Analysen, welche der Güte der Direktion der Königin Marienhütte zu verdanken sind, ergaben für das Erz von

	Berggiesshübel	Rittersgrün
FeO	34,42	10,029
FeO_3	36,00	49,59
MnO	Sp.	0,545 (Mn_3O_4)
CuO	0,04	0,059
$Si\,O_2$	13,60	21,200
$Al\,O_3$	1,81	4,767
CaO	10,00	5,456
MgO	1,94	8,45
P_2O_7	0,032	0,1665
S	0,275	0,35
Glühverlust	2,20	—
	100,317	100,6125

Daraus ist ersichtlich, dass beide Erze einen durchaus verschiedenen Charakter haben und dass, während der Berggiesshübler Magneteisenstein eine nahezu neutrale Beschaffenheit zeigt, der Eisenstein von Rittersgrün saurer und gleichzeitig mehr in Oxyd übergehend erscheint.

§ 23. Sorgfältige Untersuchungen eines anderen deutschen Magneteisenstein-Vorkommens sind in der Bergakademie zu Berlin angestellt und erst in dem Jahre 1868 (Preussische Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen) veröffentlicht worden. Sie betreffen die bekannten Erzlagerstätten der Umgebung von Elbingerode im Harz — welche für die Eisenhütten zu Rothehütte, Ilsenburg, Lauterberg, Tanne und Zorge — ausgebeutet werden.

Die Lagerstätte ist eine ausgedehnte und kann sehr gut bis zu 18,500,000 Kilos jährliche Förderung geben, wiewohl sie bei den mangelhaften Verkehrsmitteln und dem daraus resultirenden ungenügenden Absatz nur den 10ten Theil davon im Jahre 1867 ergeben hatte.

Die Gesammtlagerstätte gehört der Mulde jüngerer devonischer Schichten bei Elbingerode an, deren Zusammensetzung von Beyrich und Lossen untersucht und bekannt gemacht wurde.

Der wichtigste Theil ist der Büchenberg, ein Lager von bedeutender Wichtigkeit, bis über 30 Meter, das auf der Grenze zwischen Schaalstein und Grünstein im Liegenden und Thonschiefer im Hangenden fast 4 Kilometer weit bekannt ist.

*) In Witkowitz, wo dieser Magneteisenstein verschmolzen wird, hat man den durchschnittlichen Eisengehalt zu 58,58/00 und den Kieselsäuregehalt zu 6,46/00 bestimmt.

**) Das Magneteisen von Zechenberg bei Johannisberg in den Sudeten, wird in den Glatzer Hütten und in Mähren verschmolzen. Es ist feinkörnig, nähert sich der dichten Textur und enthält hier und da gewöhnliche Hornblende eingemengt.

Das Erz ergab im Tiegel 58,75/00 Roheisen und die qual. Analyse wies ausser SiO^2 sehr wenig CaO und $Al\,O_3$ sowie Spuren von MgO und ZO.

Martini (Preuss. Zeitschrift I. S. 198) ergänzt diese Mittheilungen durch die Angabe, dass der Magneteisenstein von Schreckendorf in 2 Sorten auftrat:

1. Derber fester Eisenstein, mit grauem starkem Metallglanz, feinkörnigen Bruch und schwarzem Strich. Tiegelprobe 54—58,6/00.
2. Weniger fester Eisenstein, grobkörnigen Bruch, mit Hornblende, Schwefelkies und Quarz. Tiegelprobe 42,8/00.

Das Waschen des Eisensteins geschieht nach erfolgtem Rösten und werden die entstandenen Schlieche mit Brauneisenstein zusammen verschmolzen.

Das vorherrschende Erz ist Rotheisenstein, doch treten daneben auch Brauneisenstein, Sphärosiderit und Magneteisenstein auf. Der Letztere kommt sehr verbreitet vor und wird namentlich im östlichen Theil des Lagers gewonnen.

Ueber den genetischen Zusammenhang der einzelnen Erze scheint man nach der geognostischen Untersuchung andere Vorstellungen zu haben, wie nach dem Eindruck der Analysen. Wie bei der Besprechung der Elbingeröder Roth- und Brauneisensteine näher dargethan werden soll, kann man die Magneteisensteine als eine der primären Erzformen ansehen, wofür sie ja wohl auch in den meisten Revieren, wo neben ihnen noch andre Eisenoxyde auftreten, zu gelten pflegen.

§ 24. Die chemische Zusammensetzung erhellt aus der folgenden Tabelle, welche 6 Sorten aufweist, von denen viele ein Eisensilikat neben dem Oxydoxydul zu enthalten scheinen (cf. 1, 5, 6).

Von hervorragendem Interesse ist die Sorte 2, den Uebergang in Brauneisenstein zeigend.

	H_2O	CO^2	SiO_2	P_2O_5	FeO	FeO_3	AlO_3	MnO	CaO	MgO	SO^3	Summa	Fe /00	P_2O_5 /00 Fe
1. Kieseliger Magneteisenstein. Grube Röddecker	0,62	2,11	32,66	0,31	13,90	49,33	0,13	0,14	0,48	0,28	—	99,96	45,34	0,68
2. In Brauneisenstein übergehender Magneteisenstein Grube Neue Zeche . . .	4,98	0,19	11,82	0,34	14,33	61,64	4,11	0,53	1,02	0,73	—	99,69	54,30	0,62
3. Dichter Magneteisenstein. Grube Neue Zeche . . .	3,41	0,41	13,64	0,35	9,25	68,81	Sp.	0,41	2,63	0,67	—	99,58	55,36	0,63
4. Dichter Magneteisenstein. Grube Eisenzeche . . .	5,16	3,59	13,07	0,31	22,96	49,05	2,00	1,35	0,78	0,91	—	99,18	52,20	0,59
5. Kieseliger Magneteisenstein. Grube König Georg, mit Quarzausscheidung . . .	1,06	3,47	36,34	0,12	28,23	23,83	3,36	Sp.	1,52	0,29	—	98,12	38,64	0,31
6. Kieseliger Magneteisenstein. Grube König Georg, mit Quarzausscheidung . . .	4,93	2,51	29,23	0,22	44,19	15,13	0,60	0,11	0,61	0,49	—	98,02	44,96	0,49

§ 25. Im Thüringerwald findet sich der Magneteisenstein nur an einer Stelle, der schwarzen Crux zu Schmiedefeld bei Suhl. Schon Buchholtz (Gehlens Journal III. 206) untersuchte einen Magneteisenstein von Suhl und fand denselben bestehend aus einem Gemenge von Oxyd, Oxydul und etlichen Quarzkörnern.

§ 26. Die deutsch-österreichischen Lande, d. h. die nicht zu Ungarn gehörenden Provinzen des Oesterreichischen Kaiserstaats, weisen keine besonders bemerkenswerthe Lagerstätten von Magneteisenstein auf.

Die Uebersicht der Bergbaue der österreichischen Monarchie von Hauer und Foetterle erwähnt die folgenden Lagerstätten.

Zoppons, Mähren, südöstlich von Zlabings, mehrere bis zu 4 Metern starke Magneteisenstein-Einlagerungen im Hornblendeschiefer.

Lindau, Kottaun in Niederösterreich, nördlich von Krems, Magneteisensteine im Hornschiefer.

Platten in Böhmen, westlich von Joachimsthal in den krystallinischen Schiefern des Erzgebirges. (Entsprechen in der Qualität den Erzen von Rittersgrün.)

Gross-Aupa in Böhmen, nordwestlich von Trautenau in den krystallinischen Schiefern des Riesengebirges. (Sind von ähnlicher Beschaffenheit wie die Erze von Schmiedeberg.)

Schönberg in Mähren, nördlich von Olmütz, Magneteisensteine mit Brauneisensteinen im Gneiss. Sie werden zu Zöptau und Aloisthal verschmolzen.

Bräunelstein und Hangenstein in Mähren, nördlich von Olmütz, Magneteisenstein mit Eisenglanz gemengt im Urthonschiefer mit jaspisartigen Hornstein, Quarz und Schwefelkies in 1—1,25 Meter mächtigen Lagern. Die Verarbeitung geschieht im Hochofen von Janowitz.

Bergstadt in Mähren, nördlich von Olmütz, ähnliches Vorkommen und schwächer im krystallinischen Schiefer.

Sternberg in Mähren, nördlich von Olmütz, mehrere Bergbaue auf Magneteisenstein, welche in Zöptau nnd Stefanau verschmolzen werden.*)

*) Zwei Analysen des Magneteisensteins von Deutsch-Lodenitz bei Sternberg theilt Wedding nach v. Hauer mit (a. a. O. S. 372):

	1.	2.
Fe_3O_4 . . .	70,0	68,3
CaO	5,4	—
Rückstand .	23,4	30,7

Die Quelle gibt an, dass in den Analysen nur FeO_3 genannt sei; wir nehmen an, dass die Umrechnung des Eisengehalts gleich auf Oxydoxydul geschehen sei.

Bärn, Brockersdorf, Andersdorf in Mähren, nordöstlich von Olmütz, Magneteisenstein mit Eisenglanz gemengt in den krystallinischen Schiefern.

Reichwiesen, Grund, Endersdorf, Oesterr.-Schlesien bei Freiwaldau und Zuckmantel, ähnliche Lagerstätte wie vorher.

Gross- und Klein-Mohrau, nördlich von Römerstadt, Grenze von Mähren und Schlesien, Magneteisensteine mit Eisenglanz gemengt, im Glimmerschiefer eingelagert.

§ 27. Im krystallinischen Gestein der Alpen sind besonders die Lagerstätten von Harathof und Pitten bei Neunkirchen (Oesterreich) merkwürdig, deren Erze auf den Hochöfen zu Pitten verschmolzen werden. Die Eisensteine bilden ein Lager im Gneiss, der zwischen Kalkstein und Glimmerschiefer eingeschlossen ist. Dieses Lager besteht aus zwei parallelen Trümmern von veränderlicher (bis 5 Meter gehender) Mächtigkeit. In den höheren Horizonten sind vorwaltend Rotheisensteine, in den tieferen Spatheisensteine, Eisenkies und Magneteisensteine. Das ganze Lager scheint eine Fortsetzung des der Grauwackenformationen angehörenden Spatheisensteinlagers vom Göstritzkogel zu sein und trägt die Spuren der Veränderungen, die es bei der Umwandlung des begleitenden Grauwacken- zu krystallinischen Schiefern erlitt.

Andre Magneteisenstein-Vorkommnisse sind nachgewiesen bei

Ossana in Tyrol, nordwestlich von Trient, im Sulzberg. Stockförmige Massen von Magneteisenstein in dem, dem Glimmerschiefer eingelagerten grobkörnig-krystallinischen Kalk. Erze meist derb, wenig durch FeS_2 verunreinigt, bis $65/_{00}$ Eisen enthaltend, namentlich in der Nähe der 2 Fuss starken Lehmklüfte, welche die Erzstöcke durchsetzen.

Häufig bildet (bei Gardine und Saline auf dem Corno di Boale) das Erz mit Rohwand ein körniges Gemenge, das vorzüglich an der Grenze der Stöcke von Hornblende und Granaten begleitet ist. Diese Erze erreichen bis 40 und $45/_{00}$ Eisengehalt.*)

Frossnitz in Tyrol, nördlich von Windisch-Matrey, Magneteisensteine im Chloritschiefer vom Tabernitzberge, welche zu Laas in Kärnthen verschmolzen werden.

Mallnitz, Kärnthen, nördlich von Ober-Vellach, Magneteisenstein im Chloritschiefer, der Schieferhülle des Centralgneisses, am Südabhang des Mallnitzer Tauern angesammelt, in Tagebrüchen gewonnen und zu Flattach verschmolzen.

Eine hervorragende Bedeutung haben die österreichischen Vorkommnisse ebensowenig als die deutschen. Sie sind zerstreut, wenig mächtig und in ungünstiger Beziehung zur Brennstoffbeschaffung.

§ 28. Die Ungarische Monarchie besitzt einige interessante Fundstätten von Magneteisenstein, deren neuere Untersuchungen durch Kerpely in seiner Monographie der ungarischen Eisenhüttenmaterialien und Produkte (Wien 1877, Lehmann und Wentzel) zusammengestellt worden sind. Die in dieser Zusammenstellung nicht berührten Lagerungsverhältnisse werden erläutert in der schon citirten bekannten classischen Brochure von Hauer: „Die Bergbaue der österreichischen Monarchie".

Schon länger bekannt war der Magnetberg bei Theissholz im ungarischen Erzgebirge. Der Ort liegt südlich von Libethen und die Erze kommen in mehreren Lagerstätten zwischen Gneiss, Grünstein und Kalk eingeschoben vor.

Die Kizovaer Lager befinden sich zwischen Grünstein und Kalkstein, stehen beinahe saiger und führen Magneteisensteine.

Am Magnetberge kommen dieselben Erze meist derb, mehr oder weniger feinkörnig vor. Mit den Eisensteinen kommen auch Granaten und Kiese, dann hin und wieder Bleiglanz und Zinkblende vor. Die Erzgewinnung betrug (Ende der 50er Jahre) ca. 8000 Centner.

Das Erz von Theissholz enthält nach einer Analyse von A. Kerpely

81,442	Fe_3O_4
2,325	Mn_3O_4
7,557	SiO^2 und Quarz
3,569	CaO
1,126	MgO
Sp.	CuO
Sp.	P_2O_5
0,001	SO_3
3,980	H_2O und Verlust.

K. von Hauer theilt (Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1868, S. 315) die Analyse zweier von der Kadener Hüttenverwaltung (Mähren) eingesandten Magneteisensteine mit.

	$FeFeO_4$	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO
Erz von Rokitna	42,0	55,4	Sp.	1,3	1,0
„ „ Telletzi	69,4	29,5	Sp.	0,4	0,5

Die Lagerstätte bei Hauer und Foetterle nicht weiter erwähnt, findet sich nicht mehr besprochen.

*) Leider sind die Eisengruben des oberen Sulzbergs sehr wenig zugänglich, da von San Michele (Bahnstation zwischen Bozen und Trient) bis Ossana 8 Stunden Fahrens ist und da die neue Strasse über den Tonalepass nach dem lombardischen Hüttenwerk Edolo erst bis zur Grenze vollendet wurde.

Die auf 100/$_{00}$ abgestimmte Analyse ist soweit genau, den Charakter des Erzes darzuthun. Neben 58,982/$_{00}$ Eisen, 1,675/$_{00}$ Mn sind nur (auf 100 Eisen bezogen) 0,002/$_{00}$ der von Kerpely unter der originellen Bezeichnung „Parasiten" zusammengefassten nachtheiligen Bestandtheile nachgewiesen worden. Eine weitere Rechnung desselben Autors ergibt

13,683/$_{00}$ Schlackenmaterial oder nur
23/$_{00}$ des Eisengehaltes.

In demselben verhalten sich die Basenradicale zu den Säureradical wie 1,8 : 4 Wasserstoffeinheiten, lassen also das Verhältniss eines Bisilikats erkennen.

§ 29. Ausser dieser Erzsorte bespricht Kerpely noch ein auf Vihnyer Terrain im Barcser Comitat geschürftes Erz, dessen Zusammensetzung durch eine Analyse von K. Dobrowits festgestellt wird.

Diese Analyse ergab:

61,08	Fe_3O_4
—	Mn_3O_4
13,17	SiO^2
6,61	AlO_3
5,82	CaO
6.64	MgO
0,06	SO_3
4,43	CO_2
2,14	H_2O
zusammen 99,95.	

Daraus berechnet Kerpely 44,28/$_{00}$ Eisen,
0,135/$_{00}$ Parasiten (auf 100 Eisen),
32,24/$_{00}$ Schlackenmaterial mit

$\frac{7}{7,4}$ als Ausdruck des Charakters $\frac{S_1}{R}$ in Werthseinheiten (Singulosilicat).

Ein drittes Erz, von Metzenseifen, Marienberg, westlich von Kaschau, welches zu Jászó verschmolzen wird, enthält nach einer Analyse von Béla Miko

86,597	FeO_3
12,857	FeO
Sp.	Mn_3O_4
0,391	SiO^2 und Quarz
0,784	AlO_3
0,205	CaO
0,072	MgO
0,015	P
0,589	H_2O (bei 120° C.)
zusammen 101,510.	

Daraus berechnet Kerpely 70,618/$_{00}$ Eisen,
0,015 P oder 0,021 pro /$_{00}$ Fe,
1,45/$_{00}$ Schlackenmaterial von ziemlich basischen Charakter (Subsilikat).

Es ist dies ein dem Uebergang zum Rotheisenstein näherstehendes Erz, das sich mit manchen der früher erwähnten schwedischen Erze vergleichen lässt.

§ 30. Die Hauptlagerstätte Ungarns für Magneteisensteine ist aber die von Morawitza im Banat, deren Produkte in Reschitza verblasen werden.

Die hier vorkommenden Eisensteine finden sich, nach von Hauer, stock- oder lagerförmig an der Grenze des krystallinischen Kalkes mit dem Syenit oder Glimmerschiefer; es sind ausser den sowohl derb und feinkörnig, als auch muschlig und fest auftretenden Magneteisensteinen noch Rotheisensteine (mit Kupfer- und Eisenkies gemengt), seltener Brauneisensteine vorhanden. Sie werden von derbem Granat begleitet, dessen Mächtigkeit an einer Stelle über 100 Klafter beträgt.

Unstreitig das mächtigste aller Lager ist das Theresialager, dessen Mächtigkeit von wenigen bis auf 80 Klafter wechselt und das grösstentheils aus derbem Granat besteht, in welchem das Erz regellos vorkommt. Die Gewinnung erfolgt desshalb auch mittelst Tagebau, obwohl noch an 10 andere Lager- und Stockwerke abgebaut werden.

Alle diese Erze sind, wie überhaupt die Materialien der Staatseisenbahn-Gesellschaft einer sorgfältigen Untersuchung durch von Maderspach unterzogen werden und Kerpely theilt dieselben nachstehend mit:

	Eisenoxyd	Eisenoxydul	Manganoxydoxydul	Quarz- u. Kieselsäure	Thonerde	Kalkerde	Magnesia	Gold und Antimon	Kupferoxyd	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Wasser und Verluste
Paulus-Tagebau, I. Etage	65,41	25,71	0,24	6,65	0,34	1,10	—	—	Sp.	—	Sp.	—	0,49
Eleonoragrube	61,63	27,51	0,38	6,55	0,24	2,47	0,03	—	—	—	0,10	Sp.	1,09
Theresia-Tagebau . . .	62,74	17,75	2,53	13,13	0,25	2,50	—	—	—	—	—	—	1,1
„ „ (geröstet)	61,321	24,069	0,524	9,205	0,591	3,799	0,088	—	0,062	—	Sp.	0,014	0,400
„ „ „	55,23	9,36	1,48	20,63	1,21	8,32	Sp.	—	—	—	—	—	3,77
Carolus-Grube	57,407	22,37	0,402	11,48	1,693	2,962	1,804	—	0,20	—	0,163	0,244	1,275
Calixtus-Grube (geröstet)	40,644	34,80	0,584	12,452	6,474	2,478	0,367	Sp.	0,434	0,189	Sp.	0,162	3,932
Delius-Grube	62,862	14,757	—	11,885	5,854	0,102	1,545	—	0,045	—	0,032	Sp.	2,918
Reichenstein-Grube . .	54,630	21,673	1,020	13,250	1,437	2,894	2,937	—	0,025	—	0,131	0,158	1,809
„ „ . .	55,39	20,06	0,54	17,52	0,92	3,97	0,43	—	—	—	—	—	1,17
Delius-Grube	62,894	13,058	2,262	13,33	0,764	6,826	Sp.	—	0,080	—	0,099	0,209	0,475
Franziskus-Grube . . .	32,93	39,857	2,275	16,045	4,154	1,302	1,445	—	0,075	—	0,102	0,192	1,620
„ „ (geröstet)	58,633	7,134	3,020	23,183	3,205	1,688	1,602	—	0,050	—	0,115	0,278	1,092
Delius-Querschlag . . .	67,61	8,390	1,37	12,51	1,21	6,44	0,60	—	0,13	—	Sp.	—	1,74
Franziskus (alte Halde) .	63,70	8,19	1,77	21,21	2,20	2,13	0,33	—	Sp.	—	Sp.	—	0,47
Delius-Grube	59,26	8,46	5,11	18,16	1,10	6,72	Sp.	—	0,14	—	Sp.	—	1,05

§ 30. Frankreich ist arm an Magneteisensteinen und Jordan hebt in seinem dem Meeting des Iron and Steel-Institute 1878 vorgelegten Vortrag über die mineralischen Hülfsquellen Frankreichs eigentlich nur das Erz von Puy Morens (Arriège dep.) hervor, welches die ostpyrenäischen Hochöfen versorgt.

Es enthält:

Fe_3O_4	81,2	Ausbringen ca. 56%
MnO_3	2,3	
SiO_2	7,3	
AlO_3	1,4	
CaO	0,5	
Glüh-Verlust	7,1	
	98,9	

ist also ein ziemlich reiches und dabei von nicht schädlichen Gemengtheilen freies Material.

Diese Erze treten in Lagern auf, welche mit schwachen Glimmerschiefer-Schichten abwechseln und auf dem primitiven Granit aufsetzen.

Ausser dieser Lagerstätte, welche allein Gegenstand bedeutender Ausbeutung ist, vermag Jordan keine andere namhaft zu machen; die Funde im Thal Vic d'Essos zu Rivernert bei St. Girons, ferner im Val Andorre am Fuss des Mont Canigou, ebenso einzelne neuere Aufschlüsse in der Provinz Anjou und in der Provence haben zu wenig Mächtigkeit, um Aufsehen zu erregen.

In älteren Werken (u. A. Flachat, Barrault & Petiet, fabrication de la fonte et du fer p. 90) werden Analysen von Berthier mitgetheilt, die zur Vervollständigung hier folgen mögen.

Ein Erz von Villefranche (Aveyron) enthielt angeblich:

26,20 FeO
58,50 FeO_3
15,30 Gangart (unbestimmt).

Ein anderes Erz von Vigan (Herault) enthielt angeblich:

22,30 FeO
49,70 FeO_3
28,00 CrO_3

kann mithin füglich als Chromeisenstein gelten (S. 29).

§ 32. Unter den Erzlagerstätten, welche die Küsten- und Inselbezirke des Mittelländischen Meeres auszeichnen, befinden sich auch Magneteisenerze von hervorragender Qualität.

Corsika und Sardinien weisen dergleichen auf, welche zum grössten Theil in den Hüttenwerken Südfrankreichs verblasen werden. Der Hochofen von Givors an der Rhone verarbeitet u. A. starkquarzige Magneteisensteine von Sardinien; andere Werke beziehen corsische Erze.

Die Gesellschaft Terrenoire bei St. Etienne besitzt z. B. Bergbaue bei St. Léon 20 km westlich von Cagliari, die einen 8—10 m mächtigen, mehr als 1 km langen Gang im Silur seit 1862 ausbeuten.

Dieses Erz enthält nach einer Analyse:

FeO	24,00
$Fe\,O_3$	62,00
MnO	0,80
CaO	Sp.
MgO	Sp.
$Si\,O^2$	13,00
S	0,20
P	—
	100,00

Die übrigen sardinischen Eisenerz-Bergbaue werden ebenfalls vorwiegend für die französischen Hüttenwerke betrieben, liefern aber nicht immer sehr gleichmässige Qualitäten. Namentlich wechselt der Quarzgehalt in einigen der Erze ziemlich stark, so dass der Siliciumgehalt des dargestellten Roheisens ein schwankender ist.

Der Magneteisenstein von Iglesias in Sardinien enthält nach Rivot (Docim. III. 435)

62,50	$Fe\,O_3$
24,90	FeO
22,60	Gangart,

die angeblich ein Silikat von Oxyd und Oxydul sein soll (?).

Hierzu kann man bemerken, dass die Qualität des aus solchen Erzen erblasenen Eisens durchaus nicht sicher dasteht, sondern trotz aller analytischen Controle sehr schwankend ist, was ganz entschieden mit der Existenz irgend eines solchen Verbindungszustandes der Kieselsäure zusammenhängt.

Bei den deutschen Magneteisensteinen vom Büchenberg bei Elbingerode (S. 15) ist ja durch die Analyse ebenfalls das Vorhandensein von Silikaten nachgewiesen worden.

Das übrige Italien liefert auch Magneteisensteine, doch immer in Verbindung mit Rotheisenstein und theilweise in diesen übergehend. Vor Allem sind es die Alpengebiete, welche hier voranstehen und auch auf dem italienischen Abhang der eruptiven und metamorphischen Massen gleiche Vorkommnisse zeigen, wie sie in den österreichischen Alpenländern bereits nachgewiesen sind.

Bekannt ist das Vorkommen von Traversella in Piemont, welches sehr deutliche Granatoëder aufweist. Es enthält (Rammelsberger's Mineralchemie (S. 157)

Eisenoxyd	71,20
Eisenoxydul	29,00
Magnesia	0,18

und hat ein specifisches Gewicht von 5,106.

§ 33. Spanien hat unter seinen grossen Erzmassen nur wenige Magneteisensteine, es treten dieselben namentlich an der Südküste auf und werden zwischen Malaga und Gibraltar durch englische Gesellschaften abgebaut.

Analysen sind nicht bekannt geworden.

Analoge Verhältnisse gelten für Portugal, wo im Distrikt Braga an der Galicischen Grenze Magneteisenstein zwischen Granit und krystallinischen Schiefern bei Pitôes in der Serra de Gerêz lagerförmig auftritt, während im Bezirk Leirca in Estremadura Magneteisenstein auf Gängen bei Porto de Môs in der Serra Ventôza und Alqueidâo da Serra vorkommt.

§ 34. Unter den afrikanischen Erzen nimmt vor Allen das Erzvorkommen des Departements Constantine die Aufmerksamkeit des Technikers in Anspruch. Tappe berichtet darüber nach eigener Anschauung in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung 1877. S. 432 und theilt dabei die Erzlagerstätten Algeriens in drei Gruppen, von denen aber nur die eine Magneteisensteine liefert. Folgende sind die Aeusserungen Tappe's:

In der östlichen Gruppe bei Bône liegen einige vorzügliche Gruben, von denen diejenigen, welche Eigenthum der Mokta-el-Hadid-Gesellschaft, ganz besonders zu erwähnen sind (s. weiter unten). Einige Gruben westlich von Bône, nahe dem kleinen Hafen La Calle, sind wegen Mangels an Abfuhrwegen nicht in Betrieb, obschon einige derselben recht gute Erze enthalten sollen und eine derselben

sogar ein 15 m mächtiges und 100 m langes Lager von rothbraunem Hämatit enthält. Bei Philippeville, 70 km westlich von Bône, befinden sich mehrere Gruben, darunter das seit 1866 still liegende Bergwerk Filfilah, welche bessere Zeiten abwarten. Im Anfange dieses Jahres hat sich in Paris unter grosser Reclame in grossartigem Stile die Bergwerksgesellschaft Collo gebildet. Dieselbe gedenkt Gruben abzubauen, welche sie von der Domaine für eine Reihe von Jahren gepachtet hat. Der Erfolg dieser mit so vielem Pomp geschaffenen Gesellschaft, die als Concurrentin der Mokta-el-Hadid-Gesellschaft auftritt, scheint zweifelhaft zu sein. In der Nähe von Collo ist noch ein bereits vielfach benutztes Lager von Chromeisenstein zu bemerken, welches von einem Pariser Fabrikanten ausgebeutet wird.

Die oben erwähnte bedeutendste metallurgische Gesellschaft Algeriens Mokta-el-Hadid hat in Paris ihren Sitz und die Concession von vier Eisenerz-Bergwerken in der Nähe des ausgezeichneten Hafens Bône. Die wichtigsten Gruben sind die von Kharezas und Mokta-el-Hadid. Die erstere, 12 km von Bône, seit 1872 wieder in Betrieb, hat in letzterer Zeit theils durch Tagebau, theils durch unterirdischen Bau auf 1400 ha Flächeneigenthum ca. 200,000 t Rotheisensteinerz vorzüglicher Qualität aufgeschlossen. Im Jahre 1876 waren dort 150 Arbeiter beschäftigt.

Das Bergwerk von Mokta-el-Hadid (arab. „Einschnitt von Eisen") liegt 33 km von Bône, wurde bereits im Jahre 1845 concedirt und befindet sich jetzt in dem blühendsten Zustande, so dass jährlich gegen eine halbe Million Tonnen besten Erzes, derber compacter Magneteisenstein von ca. 60 Proc. Eisengehalt, durch annähernd 1500 Arbeiter gefördert werden können. Die Gesellschaft (welche ausserdem ein Steinkohlenbergwerk in Frankreich besitzt), war im Jahre 1875 im Stande, ihren Actionären 15 Proc. Dividende zu überweisen.

Ein Besuch dieser Grube von der Stadt Bône aus, gehört zu den interessantesten Ausflügen, welche ein Fremder in Algerien nur machen kann. Vom Hafen Bône führt eine Eisenbahn von 33 km Länge durch eine in den letzten Jahren angelegte immergrüne Eucalyptusallee, längs bebauter Thäler und kahler Berge, endlich durch eine dürre Ebene dem Salzsee Fetsara entlang, über dem sich eine Wolke von Wasservögeln umhertreibt, nach der kleinen Bergcolonie Ain Mokhra. Dieser neuangelegte Ort war vor wenigen Jahren noch so ungesund, dass die Gesellschaft gezwungen war, während des heissen Wetters sämmtliche Arbeiter Abends nach Bône zu fahren. Noch jetzt (Anfang 1877) machte der Ort noch keinen so angenehmen Eindruck, wie ihn beispielsweise die Arbeitercolonie von Mühlhausen und so manche deutsche Bergcolonie gewährt. Von Bergen umgeben, ist der niedrig in dem Thale und in der Nähe des Sees gelegene Ort selbst im Winter der grossen Sonnenhitze ausgesetzt. Der Abbau geschieht theils durch Tagebau, theils unterirdisch. Die Terrassen haben 5 m mittlere Höhe und gehen bis zum höchsten Punkte des ersten Hügels. Eine Menge Sturzschächte und kleine Eisenbahnen setzen die verschiedenen Oerter mit der grossen Eisenbahn in Verbindung. Das Erzlager befindet sich zwischen metamorphischen Schichten, in den oberen Partien oft stark mit Thon gemengt, so dass eine Separation nöthig ist und sich eine Wäsche sehr empfehlen würde. Es zieht sich über und durch drei hintereinander liegende, NW. nach SO. streichende Hügel. Fast sämmtliches Erz ist magnetisch. Eine in Terre noire gemachte Analyse, welche eine gute Durchschnittsprobe zu sein scheint, ergab die Zusammensetzung des Erzes wie folgt:

6,00	$Si\,O_2$
0,40	CaO
0,90	$Al\,O_3$
78,14	$Fe\,O_3$
3,73	FeO
4,55	$Mn\,O_3$
0,00	S
0,00	P und $Sp.$ Cu
6,28	Verlust.
Summa 100.	

Hiernach Eisen 57,50 und Mangan 2,88. Das Lager ist mehr linsenförmig, als flötzartig und geht stellenweise in kalkige und thonige Partien über; die Hauptlagerstätte ist gegen 8—19 m mächtig und 120 m streichend. In den Tagebauten wird nur bei Tage gearbeitet, im unterirdischen Bau jedoch Tag und Nacht mit 10stündigen Schichten. Dieses Bergwerk bei Ain Mokhra liefert der Gesellschaft natürlich den grössten Theil sämmtlicher Producte.

Die Gesellschaft Mokta-el-Hadid hat im Ganzen im Jahre 1875 mit 1583 Arbeitern (durchschnittlich) gefördert 427,852 t, verkauft 394,000 t; 1876 im ersten Semester exportirt 180,000 t.

Von dem Orte Ain Mokhra gehen täglich 8 Erzzüge nach dem leicht erreichbaren und gut geschützten Hafen Bône, wo fast immer Schiffe aus allen Welttheilen vor Anker liegen, welche die Erze aufnehmen. Soweit Tappe.

§ 35. Anderweitige Untersuchungen der Erze von Mokta, welche trotz des Ausweises der Analysen immer noch als Magneteisensteine gehen, liegen noch grössere vor.

Eine Analyse von Rivot (Percy-Petitgand. 599) ergab:

90,30	$Fe\,O_3$
7,25	Titaneisen,
1,35	Quarz.

Eine Analyse, von Siemens mitgetheilt, hatte ergeben:

79,74	$Fe\,O_3$
6,43	FeO
2,92	$Mn_3\,O_4$
0,25	MgO
0,52	CaO
4,75	$Si\,O^2$
5,11	Glühverlust (wahrscheinlich $H_2\,O$ und CO^2)
99,72	

In Paris 1878 hatten eine Menge von Concessionen die Produkte ihres Betriebes ausgestellt, doch nur die Hüttenwerke hatten Analysen mitgetheilt.

Denain-Anzin hatte eine Analyse vorgelegt, die ergab:

58,70	Fe	
2,10	Mn	
24,43	O an Eisen	gebunden.
1,12	O an Mangan	gebunden.
7,15	$Si\,O^2$	
1,78	$Al\,O_3$	
0,25	CaO	
0,02	MgO	
0,025	$P_2\,O_5$	
0,08	S	
4,20	$H_2\,O$, CO^2.	

Terrenoire theilte zwei Analysen mit welche

	für mürbes Erz	für dichtes Erz
Fe . . .	58,00 $/_{00}$	65,84 $/_{00}$
Mn . . .	2,20 $/_{00}$	1,08 $/_{00}$
$Si\,O_2$. . .	8,50 $/_{00}$	2,00 $/_{00}$
$Al\,O_3$. .	0,48 $/_{00}$	Sp.
P . . .	Sp.	Sp.

nachwiesen.*)

§ 36. Das an Erzen so überaus reiche Grossbritannien weist nur ein deutliches Magneteisenerz auf, das von Dartmoor in Devonshire.

Dasselbe enthält nach einer Analyse von E. Riley, die Percy und nach ihm Wedding mittheilten:

62,20	$Fe\,O_3$
16,20	FeO
0,14	MnO
2,28	$Al\,O_3$
2,34	CaO
0,37	MgO
0,24	$Si\,O_2$
0,10	$P_2\,O_5$
0,07	$Fe\,S_2$
0,28	$H_2\,O$ Hygrosc:
0,34	$H_2\,O$ Hydrat:
16,26	geglühte unl. Rückstand
100,82	

*) Eine Reihe von Untersuchungen sind auch unter den Erzen des nächsten Abschnittes, wohin das Moktaerz etc. eigentlich gehört, zu finden.

§ 37. Eine neuere Fundstätte in der Nähe von Rosedale Abbey in Yorkshire in demselben geologischen Niveau wie die Liaseisensteine der Cleveland Hills, erregte das höchste Interesse der Geologen und Mineralogen, weil ein so junger Magneteisenstein äusserst selten ist. Das Erz ist blauschwarz, magnetisch und polar und enthielt nach der Analyse von Pattinson (Percy Wedding a. a. O. S. 305):

FeO	33,85
$Fe\,O_3$	32,67
MnO	0,69
$Al\,O_3$	3,15
CaO	2,86
MgO	1,59
KaO	Sp.
$Si\,O_2$	6,95
CO_2	10,36
$P_2\,O_5$	1,41
SO_3	Sp.
S	0,03
$H_2\,O$ Hygros: } $H_2\,O$ Hydrat: }	3,76
Organ Subst.	0,84

Es ist dies sonderbare Erz jedenfalls als ein Gemisch von
Eisenoxydoxydul,
Eisenoxydulcarbonat,
Eisenoxydhydrat,
Manganoxydulcarbonat,
Thonerdesilikat,
Kalkcarbonat,
Magnesiacarbonat,
Kalk-Magnesiaphosphat
anzusehen, welches in dem Eisenoxydulcarbonat durch spätere Einflüsse sich gebildet hat.

Es existiren noch zwei Analysen von E. C. Northcote, welche sich auf Kern und Schale eines etwas helleren Erzes beziehen.

FeO	35,25	—
$Fe\,O_3$	12,22	60,05
MnO	—	—
$Al\,O_3$	14,10	15,45
CaO	2,38	1,15
MgO	3,95	0,72
KaO	—	—
$Si\,O_2$	9,65	8,20
CO_2	16,25	Sp.
$P_2\,O_5$	—	—
SO_3	Sp.	Sp.
S	Sp.	Sp.
$H_2\,O$	4,80	15,40

(Percy Wedding a. a. O. S. 305).

Während die Zusammensetzung des Kerns auf ein Uebergangsstadium aus dem Liaserz in das vorige Erzmuster hinweist, zeigt die Schale den vollen Uebergang zu Eisenoxydhydrat.

Das Vorkommen verdient im Interesse der Genesis des Magneteisensteins wohl ein näheres Studium.

§ 38. Die nach den skandinavischen bedeutendsten Lagerstätten an Magneteisensteinen besitzt Russland, sowohl in seinen europäischen als namentlich in seinen asiatischen Besitzungen.

Tunner sagt im Reisewerk: („Russland Montanindustrie“ Leipzig 1871. S. 45.) „Bevor ich die Erzniederlagen des Urals kannte, hielt ich den steierischen Erzberg bei Eisenerz in der Menge wie in der Güte der Erze für das Non plus ultra; doch seit ich Wisokaja Góra und Góra-Blahodat sah, bin ich eines anderen belehrt; namentlich der erstgenannte Erzberg und seine Umgebung übertrifft den steiermärkischen Erzberg unzweifelhaft, was Menge und Reichhaltigkeit der Erze anbelangt und in Beziehung der Reinheit der Erze stehen sich beide nicht fern.“

Die beiden erwähnten Fund- und Gewinnungspunkte liegen in dem Lagerstättenzug, welcher im Gebiet der eruptiven Gesteine und der krystallinischen Schiefer auf dem Ostabhang des Uralgebirges zwischen Magnitnaja im Süden und dem Fluss Tinja im Norden über 100 geogr. Meilen weit aufgeschlossen ist und von dem man annehmen kann, dass er noch weiter nach Norden und Süden sich ausdehnt.

Das ganze Vorkommen ist so colossal mächtig, 300 bis 800 Meter in den einzelnen Lagerstöcken, dass Tunner allein für die beiden Berge Wisokaja-Góra und Góra-Blagodat eine jährliche Förderung von 750,000,000 Kilos während 1000 Jahren als gesichert annimmt.

Die Beschaffenheit des Erzes ist eine sehr gute; ein grosser Theil der Lagerstätte besteht aus dodekaedrisch-krystallisirten Massen und Tunner (a. a. O. 117) erwähnt, dass die Erze nur Spuren von S und Cu, 0,031 % P, etwa 0,5 MnO, 1—2 % CaO, wenig MgO, 1½—3½ % $Al\,O_3$ 4—8 % $Si\,O^2$ nach den ihm in Tagilsk mitgetheilten Analysen enthielten.

Fröhlich (Preuss. Zeitschrift 1874. XXII. Bd. S. 196) gibt die Durchschnittszusammensetzung der in Nische Tagilsk verschmolzenen Magneteisensteine wie folgt an:

$Si\,O^2$	7,87 %
$Al\,O_3$	3,57 %
CaO	0,91 %
MgO	0,36 %
$Mn\,O_3$	0,57 %
$Fe_3\,O_4$	86,34 % *)
P	0,05
S	Sp.
	55,67

Der 1878er Ausstellungskatalog der P. Demidoff'schen Werke zu Nijne-Tagilsk gibt eine Reihe von Eisenanalysen, unter welchen die folgenden Magneteisenstein-Analysen von Interesse sein dürften.

	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	S	P	Cu
Magneteisenstein von Wisokaja-Góra	80,047	0,571	7,871	3,572	0,970	—	—	0,025	—
„ „ Jerebtzow . .	68,986	0,378	24,766	3,814	1,216	—	—	0,027	—
„ „ „ . .	61,428	Sp.	36,190	Sp.	Sp.	Sp.	0,154	Sp.	0,025
„ „ „ . .	61,940	Sp.	30,613	0,157	Sp.	Sp.	0,356	Sp.	0,037
„ „ „ . .	67,618	Sp.	29,979	1,802	Sp.	0,083	0,046	Sp.	0,050
„ „ Lebiajinsk . .	89,318	0,404	5,285	1,238	2,203	—	—	0,275	—
„ „ „ . .	73,332	1,516	6,735	14,559	4,058	—	—	Sp.	Sp.
„ „ Semenowsk . .	93,491	Sp.	2,076	4,672	Sp.	—	—	—	—
„ „ Beresowsk . .	92,267	Sp.	3,336	2,300	Sp.	Sp.	Sp.	—	—

§ 39. Auch in Süd-Russland sind im Bereich der huronischen Formation Magnet- und Rotheisensteinlagerstätten nachgewiesen worden, über welche Strippelmann in seiner Brochüre: „Süd-Russlands Magnet- und Eisenglanz-Lagerstätten in den Gouvernements Jekaterinoslaw und Cherson etc. Halle 1873" berichtet. Die damals bekannten Fundpunkte lassen eine streichende Erstreckung der Magneteisensteinlager von ca. 2 Stunden als wahrscheinlich vermuthen. Das Muttergestein der Eisenerze ist ein in Quarzit und Kieselschiefer übergehender Glimmerschiefer**), in welchem, theils selbstständige Schichtencomplexe einnehmend, theils lagerartig mit stockförmigen Erweiterungen:

a. Eine Magneteisensteinzone,
b. Eine Rotheisensteinzone,
c. Eine Eisenglanz- und Eisenglimmerschieferzone

unterschieden werden können, wenn auch noch nebenher etliche sporadische Vorkommen von Brauneisenstein nachgewiesen worden sind, vorläufig jedoch ohne grosse technische Bedeutung.

Die Lokalität wird durch die Ortschaft Kriwoi Rog, genau südlich von Krementschug und westsüdwestlich von Jekaterinoslaw am Dniepr hinreichend orientirt, da unmittelbar bei derselben die Erzlagerstätten beginnen und nordnordöstlich auf Ssakssagan zu streichen.

Der 15—20 Fuss mächtige Eisenstein stellt sich als ein inniges Gemenge von krystallisirtem und dichtem Magneteisenstein und Eisenglanz dar, wobei der erste vorwaltet, hat eine milde Beschaffenheit und keine grosse Härte.

Fritsche hat drei Muster desselben untersucht und gefunden

	1.	2.	3.
Glühverlust	0,2 %	8,7 %	3,2 %
In HCl unlöslicher Rückstand . .	0,5 %	0,7 %	0,7 %
Mn_3O_4	0,2 %	—	—
Metallisches Eisen	69,2 %	68,95 %	67,2 %
Berechneter Sauerstoff	28,25 %	29,65 %	29,9 %

Schädliche Bestandtheile konnten nicht nachgewiesen werden.

*) Irrthümlicher Weise wahrscheinlich, ist das Eisen als Eisenoxyd angegeben.
**) Auf der obiger Brochüre beigegebenen Karte ist das erzführende Gebirgsmittel als Itakolumit bezeichnet.

Ueber die beste Verwendung dieses, sowie der begleitenden Erze hat Strippelmann Erwägungen angestellt, welche zu dem Ergebniss führten; zunächst durch Ausbildung der Communication mit den nächsten Wasserstrassen und Bahnen den Erzen von Kriwoi Rog einen Ruf als Handelswaare zu verschaffen um späterhin bei entwickelteren Culturverhältnissen einen Hochofen- und direkten Bessemerprocess an geeigneter Stelle z. B. in Nicolaiew zu etabliren.

§ 40. Die Nordamerikanische Union, deren Erzverhältnisse durch die Ausstellung von Philadelphia 1876 recht bekannt geworden sind, ist sehr reich auch an guten Magneteisensteinen, die in vielen Staaten vorkommen. Die Berichte von Kupelwieser und Wedding haben eine Menge von Material zur Beurtheilung der dortigen Verhältnisse allgemein bekannt gemacht.

Wenn hierbei der Wedding'schen Darstellung der Vorzug gegeben wird, so geschieht dies wegen der übersichtlicheren Gruppirung und wegen der kritischeren Durcharbeitung des ganzen reichen Materials.

Wedding unterscheidet als grosse Erzvorkommnisse von allgemeiner Bedeutung ausdrücklich die Magneteisensteine der östlichen krystallinischen azoischen Zone, ferner die Roth- und Magneteisenerze des Lake superior und ähnliche Erze des südlichen Missouri.

Die Eisenerze der östlichen Zone azoischer Gesteine zerfallen wiederum in verschiedene Gruppen, welche von der Canadischen Grenze an nach Südsüdwest hin eine ununterbrochene Reihe bilden.

Die nördlichste dieser Gruppen ist das Magneteisensteinvorkommen westlich vom Lake Champlain. Das Gestein ist ein oft granitartig werdender Gneiss, der übrigens auch von Granitstöcken und -Gängen durchzogen wird. Der sehr grobkrystallinische Magneteisenstein, welcher theilweise durch Apatit verunreinigt wird, kommt in Lagern vor, die parallel zu den Gesteinsschichten laufen, oft aber sich stockartig verändern.

Oft treten mehrere Parallellager auf; vielfach findet man auch den Eisenstein durch Bänder von Feldspathgestein durchsetzt, die ein übereinstimmendes Einfallen haben und eine Aehnlichkeit mit den skandinavischen Lagerstätten hervorrufen.*)

Die Analyse ergab nachstehende Zahlen für eine Reihe von nicht näher bezeichneten Erzmustern:

$Fe\,O_3$	47,40	52,20	55,60	50,13	55,60	64,98	63,18
FeO	19,50	21,50	25,24	23,29	25,24	30,18	26,52
$M_3\,O_4$. . .	0,25	0,54	0,31	0,38	0,31	0,17	0,12
$Al\,O_3$	1,70	3,60	1,99	4,22	1,09	2,46	3,23
CaO	0,65	0,40	0,58	1,28	0,53	1,07	0,38
MgO	—	—	—	0,85	0,12	—	Sp.
$Si\,O_2$	30,05	21,60	17,44	20,02	17,44	1,44	6,68
$P_2\,O_5$	0,10	0,14	nicht	n. b.	0,05	n. b.	0,054
S	0,01	0,07	best.	—	Sp.	—	0,012
Fe	48,40	53,24	58,55	53,16	58,53	68,96	64,86 Procente.

Kupelwieser theilt in seinem Bericht noch mehrere Analysen mit (S. 14, 15), welche die Bezeichnung der Gruben wenigstens enthalten.

§ 41. Den von Witherbee, Sherman & Co. zu Port Henry in Philadelphia ausgestellten Erzen waren die nachstehenden von Prof. Koenig in Philadelphia ausgeführten Analysen beigegeben.

	Erze von der Grube			
	Old Bed	New Bed	21 Zoll	Fisher
$Fe_3\,O_4$	97,000	98,200	97,000	95,69
$Ca_3\,P_2\,O_8$	0,383	0,104	0,412	0,30
$Ti\,O_2$	0,250	0,460	Sp.	0,23
Quarz, Chlorit etc. . . .	2,450	1,040	2,640	3,75
	100,083	99,804	100,052	99,97
Fegehalt	70,30	71,110	70,300	69,30
P	0,076	0,020	0,082	0,060
S	0,000	0,000	0,000	0,000

Kupelwieser führt an, dass nur die Erze von New Bed und Fisher zur Erzeugung von Bessemerroheisen, die von Old Bed und Nro 21 zur Darstellung von Giessereiroheisen benutzt würden.

*) Wedding rügt mit Recht den Mangel an ausreichenden an solcher Stelle auch mit den amerikanischen Grundsätzen des raschen Geldumschlages vollkommen verträglichen Aufschlussarbeiten.

Weitere Analysen sind die Folgenden:

	Fort Ann	Port Henry	Erze von Port Huron 21	New Bed	Hammond Crown Point	Indiana Ferrona Ore	Fisher
FeO	87,11	94,25	26,69	25,35	23,29	8,87	19,05
$Fe\,O_3$			59,84	56,19	50,13	69,99	42,97
MnO	0,53	—	0,55	0,12	0,38	0,38	—
$Al\,O_3$	0,82	0,28	1,87	3,56	4,22	3,67	3,47
CaO	1,80	0,14	3,37	0,82	1,28	1,90	1,19
MgO	0,78	0,00	—	—	0,85	Sp.	0,09
S	0,12	0,00	0,20	—	—	0,24	—
$P_2\,O_5$	0,63	0,088	1,94	Sp.	Sp.	0,07	Sp.
Unlöslich	6,16	4,32	3,45	12,34	20,02	14,60	32,94
$H_2\,O$	2,05	0,38	—	0,47	—	—	—
CO^2	0,00	0,00	2,65	—	—	—	—
	100,00	99,458	100,56	98,85	100,17	99,72	99,71
Fe	63,08	62,61	62,61	59,02	53,21	55,91	44,98
Mn	0,37	0,00	0,38	0,08	0,26	0,26	—
S	0,12	0,00	0,20	—	—	0,24	—
P	0,27	0,038	0,83	Sp.	Sp.	0,03	Sp.
	Chandler.		Maynard.				

§ 42. Die auf der gegenüberliegenden Seeseite sich erhebende azoische Zone der Greenmountains enthält hier im Norden keinen Magneteisenstein, wohl aber in ihrem weiteren südlichen Verlauf nach dem Ueberschreiten des Hudson*) und namentlich im Staate New Jersey. In der Nähe des Delaware wird das Erzvorkommen dagegen wieder vereinzelt, obwohl hier und da bedeutendere Gewinnung noch stattfindet.

Das Magneteisenerz wird hier in regelmässigen Lagern, sowohl zwischen Gneiss- und Kalkschichten als auch in Form selbstständiger linsenförmiger Nester und in Stellvertretung einer im Fortstreichen tauben Gesteinsschicht gefunden.

Das Erz ist oft auf derselben Lagerstätte verschiedenartig, viel mehr noch wenn man verschiedene derselben miteinander vergleicht.

Manchmal ist das Erz körnig und bröcklig, ein anderes Mal fest und hart. Es enthält sowohl Gneiss als auch Kalkspath, Phosphorit, Eisenkies als Beimengungen.

Wedding theilt nach Prof. Cook (Geological Surveyor von New Jersey) folgende Reihe von Analysen mit:

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*
$Fe_3\,O_4$	73,15	81,79	68,48	90,14	70,68	76,08	69,34	95,08*)	58,29
$Mn_3\,O_4$	—	Sp.	—	0,25	0,25	0,00	0,00	0,30	0,50
$Si\,O_2$	9,80	11,50	16,15	—	—	—	5,40	—	21,80
$Al\,O_3$	9,48	—	3,34	1,00	0,72	1,94	9,29	—	9,00
CaO	1,46	—	4,87	2,13	Sp.	7,77	0,39	0,31	4,37
MgO	0,72	—	1,94	0,94	0,47	0,14	3,35	—	4,03
$P_2\,O_5$	0,54	0,18	3,01	1,86	0,13	6,59	Sp.	0,03	0,32
$Ti\,O_2$	4,40	0,00	1,09	0,40	—	0,70	11,60	—	—
S	0,06	3,02	—	0,01	0,20	—	1,21	0,10	0,05
$H_2\,O$	—	—	0,40	—	—	—	—	—	1,64
Rückstände	—	—	—	5,60	28,90	7,00	—	7,31	—
Eisengehalt	52,96	59,21	49,57	—	—	—	—	—	54,25
Phosphorgehalt	0,23	0,08	1,30	—	—	—	—	—	0,128
Schwefelgehalt	0,06	1,59	—	0,01	0,20	—	1,21	0,10	0,50

a ist ein mit Feldspath-Quarz gemengter titanreicher Magneteisenstein von Jackson Mine bei New Jersey; *b* ein Schwefelkieshaltiges Erz in Feldspathreichem Gneiss von Swayze Mine bei Chester; *c* Durchschnittsprobe eines manchmal sehr reinen, manchmal mit Schwefelkies und Apatit gemischten Erzes; *d, e, f* Erze von Ringwood z. Th. sehr Phosphorsäurereich; *g* Titanreiches Erz von von Syckles Mine; *h* sehr reines Erz von New Mine; *i* Erz von einem mächtigen Lager der Kispaugh Mine bei Danville.

*) Ein Magneteisenerz von Scheep Hili b. Cruger am Hudson, West Chester enthielt

$Fe_3\,O_4$	45,86	MgO	7,18
$Fe\,S_2$	2,63	$P_2\,O_7$	0,22
$Mn_2\,O_3$	0,55	$Si\,O_2$	0,51
$Al\,O_3$	39,36	$Ti\,O_2$	2,41
CaO	0,47	$H_2\,O$	1,18 (Vgl. Kerpely's Jahresberichte 11. 1874. S. 23).

**) Das Eisen ist hier als $Fe\,O_3$ statt $Fe_3\,O_4$ berechnet.

§ 43. Kupelwieser theilt noch einige andere Analysen von Erzen aus dem Staat New Jersey mit (a. a. O. 22):

	Erze von					
	Rattle Snake		Old Tunnel	Mine Hill	Church	
FeO	64,48	19,76	88,40	10,12	69,40	69,34
$Fe\,O_3$		58,74		59,98		
MnO	—	—	—	—	0,19	3,35
$Al\,O_3$	1,40	2,81		0,14	4,36	9,29
CaO	2,30	2,17	6,88	1,26	0,46	0,39
MgO	2,82	0,70		0,21	2,52	—
$Si\,O^2$	28,40	15,35	4,38	27,45	7,91	5,40
$P_2\,O_5$	—	Sp.	0,15	0,07	0,02	—
$Ti\,O^2$	—	—	—	—	10,52	11,60
S	—	0,22	0,49	0,75	1,46	1,21
$H_2\,O$	—	—	—	—	0,49	—
Fe	46,69	56,52	64,02	49,86	50,60	50,10

Rotheisensteine treten in oder nahe den Kalken meist an der Grenze des Gneisses und derjenigen Kalke, die bei Franklin die Franklinite enthalten. Ausserdem findet sich manchmal Rotheisenstein dem Magneteisen beigemengt.*)

§ 44. Die erzführende Zone der azoischen Gesteine bildet in ihrer weiteren südsüdwestlichen Fortsetzung vereinzelte Vorkommnisse schmelzwürdiger Eisenerze, unter denen das der Cornwall-Grube in Lebanon County das Bedeutendste ist.

Das Erz ist in horizontalen Schichten abgelagert und wechselt mit Lagen von serpentin- oder chloritähnlichen Gesteinen. Bemerkenswerth ist der Reichthum an Kupfererzen, neben denen Kobalt- und Schwefelkies vorkommen. Das Magneteisenerz, das bei zurücktretendem Kupfergehalt verwendbar erscheint, enthält ca. $50/_{00}$ Eisen und wird, da Phosphor darin nicht oder nur in geringer Menge nachgewiesen ist, als Material geschätzt.

Kupelwieser (a. a. O. S. 16) theilt folgende, den in Philadelphia ausgestellt gewesenen Mustern beigegebene Analysen mit:

$Fe_3\,O_4$	78,278	62,198	67,283	41,131	53,175	68,965
$Fe\,O_3$	—	—	—	50,298	—	22,794
CuO	1,840	1,480	Sp.	0,030	1,300	0,250
$Co_2\,O_3$	0,200	0,095	0,153	0,105	0.176	0,067
$Mn\,O_3$	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
$Al\,O_3$	1,286	—	0,083	1,094	—	1,303
MgO	1,000	2,695	1,867	1,369	3,118	1,228
CaO	0,039	1,110	1,219	0,020	1,510	0,150
SO^3	0,039	0,204	0,105	—	0,187	—
$P_2\,O_5$	0,072	0,010	0,006	0,006	0,003	0,013
$Si\,O_2$	11,052	28,000	18,241	3,840	37,860	2,200
Cu kies	0,352	1,818	0,232	—	0,604	—
Fe kies	5,222	1,792	8,299	—	1.479	0,084
$H_2\,O$	0,620	0,598	2,250	2,207	0,613	2,943
Fe	59,320	46,422	52,666	64,992	40,309	65,952
Cu	1,589	1,814	0,080	0,024	0,246	0,200

Bemerkenswerth ist, dass das hieraus erblasene Roheisen nicht mehr als

Cu . . . 0,3 — 0,5
S 0,02 — 0,05
P 0,04 — 0,11 enthalten soll.

Die Lackavanna Iron & Coal Co. zu Scranton hatte in Philadelphia Magnetite ausgestellt, deren Analysen ebenfalls Kupelwieser, der unermüdlich fleissige Berichterstatter mittheilt (a. a. O. S. 18):

$Fe_3\,O_4$	73,51	77,70	81,70	77,94
$Al\,O_3$	1,50	1,16	0,45	4,06
CaO	0,60	0,25	13,25	0,75
MgO	0,20	—	0,25	0,76
$Si\,O_2$	23,95	20,45	1,76	12,95
$P_2\,O_5$	0,04	0,04	—	—
$Mn\,O_3$	0,25	—	2,08	—
Fe	53,24	56,64	59,16	56,75

Diese Erze eignen sich ganz anders, als die vorher erwähnten zur Darstellung von Bessemereisen.

*) Ueber den in demselben Bezirk vorkommenden Franklinit wird weiter unten berichtet werden.

§ 45. In den Südstaaten hat man in der Fortsetzung der azoischen Zone ebenfalls Magneteisensteine gefunden, unter denen das Cranberry-Erz aus der Mitchell County bei der Analyse ergab:

Fe_3O_4	91,89
Mn_3O_4	0,32
AlO_3	1,03
CaO	1,06
MgO	0,23
S	0,25
P_2O_5	Sp.
SiO_2	4,02
TiO_2	—
H_2O	1,15
	99,95
Fe	66,53/00

Gleiche Erze finden sich nach Wedding östlich von Chatanooga in Tenessee. Kupelwieser theilt in s. Bericht S. 25 fünf Analysen von Erzen der Magnetic Co. in Tenessee mit:

	1.	2.	3.	4.	5.
Fe	68,34	69,08	67,63	58,19	67,89
MnO_3	0,26	0,24	0,27	1,42	0,25
AlO_3	0,42	0,38	0,41	0,52	0,34
CaO	0,43	0,39	0,41	Sp.	0,27
MgO	0,36	0,33	0,35	Sp.	0,30
SiO_2	4,88	4,43	4,68	9,08	3,72
TiO_2	—	—	—	—	5,87
P_2O_5	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
S	—	—	—	—	—
$O + H_2O$. . .	25,30	25,15	26,25	30,79	21,36

Die letzte Reihe von Werthen ist durch Rechnung gefunden.

Ausser diesen sind noch zwei Erzsorten von Carter County nach Chandler Wuth in ihrer Zusammensetzung mitgetheilt. Dieselben bieten Nichts besonderes.

Kupelwieser erwähnt noch einige Eisenerze in Westvirginien, deren Eisengehalt resp.

68,90 55,69 69,70 65,92

ist, während der Phosphorgehalt sich auf 0,17 0,28 — — beläuft.

Ein anderes Erz von New River enthielt:

Fe_3O_4	71,36
FeO_3	26,52
SiO_2	1,83
AlO_3	Sp.
CaO	0,05
MgO	0,07
SO^3	0,05
H_2O und Verlust . .	0,12
	100,00
Eisen	70,238

§ 46. Weit bedeutender als die Eisenerze der östlichen azoischen Zone sind die der westlicheren, südlich von Lake Superior. Die Art des Vorkommens stimmt nicht vollkommen mit jener der schon besprochenen Fundpunkte überein, da sich in dieser Zone die beiden Glieder derselben, die Laurentische Altersstufe und die Huronische deutlicher scheiden als im Osten.

Ueber dem scharfbegrenzten laurentischen Granit liegen steil an den Granitkuppen aufgerichtet die huronischen Gesteine, bestehend aus Glimmerschiefer, Quarzit und Talkschiefer, mit darauffolgendem krystallinischen Kalk. Darauf folgte ein Melaphyr, dessen Hornblendegehalt charakteristisch für das Auftreten der Eisenerze ist; denn, Magnetithaltige Quarzite und Hornblendeschiefer wechseln im Hangenden des Melaphyr und bilden die unmittelbare Basis der Eisenerzformation.

Das Liegende derselben enthält durch Kieselsäure verunreinigte, verhältnissmässig arme Erze doch oft bis 100 m mächtig und nicht selten 40—50/00, die noch nirgends abgebaut werden.

Dann folgt das reine Erz 5—30 m stark, worunter Quarzit als Dachgestein sich befindet, der in der Tiefe von dem Erz durch verschiedene Zwischenbildungen getrennt ist.

Die durchschnittliche Zusammensetzung des Magneteisenerzes wird von M' Cracken angegeben wie folgt:

FeO	19,639
$Fe\,O_3$	67,761
$Mn\,O_3$	0,13
$Al\,O_3$	2,13
CaO	0,68
MgO	0,69
S	0,132
P_2O_5	0,199
$Si\,O_2$	7,828
H_2O	0,811

Der Einzelgehalt beträgt an

Fe	62,930
P	0,085

Kupelwieser theilt in seinem Bericht (S. 11) noch einige andere Analysen mit, welche die Erze genauer charakterisiren.

	Champion Mine sogen. magnetic slate ore	Edward Mine sogen. magnetic ore	Michigamme Mine, sogen. magnetic ore
FeO	17,87	21,60	29,109
$Fe\,O_3$	74,93	55,80	61,631
$Mn_2\,O_3$	0,05	0,10	Sp.
$Al\,O_3$	1,15	4,34	2,120
CaO	0,52	0,77	0,070
MgO	0,92	0,84	0,002
S	0.12	0,16	0,008
$P_2\,O_5$	0,28	0,12	0,057
$Si\,O_2$ und Gangarten	3,70	15,41	3.280
H_2O	0,52	0,81	1,497
zusammen	100,06	99,95	98,774
Eisengehalt	66,04	55.75	65,767
Phosphor	0,12	0,05	0,024
Schwefel	0,03	0,16	0,005
Mangan	4,75	0,06	Sp.

§ 47. Die übrigen Vorkommnisse von Magneteisensteinen sind nicht bedeutend und nicht erforscht genug, um allgemeineres Interesse zu erregen.

Einzig und allein Canada und Mexiko bieten in dieser Hinsicht Bemerkenswerthes. Die Geological Survey of Canada (von Kupelwieser S. 205 citirt) gibt einige Analysen von Magneteisensteinen, Hämatiten und Ilmeniten.

Die Untersuchungsergebnisse der Magneteisensteine sind folgende:

	Grube Hull, Quebek: gewöhnliches Erz	Grube Hull, Quebek: ausgesuchte Probe	Grube Madoc (Ontario)	Blairton Mines, Petersbors County (Ontario)	Snowdon, Petersbors County (Ontario)
$Fe\,O_3$ / FeO	73,90	93,82	89,22	72,80	58,35 / 24,87
$Mn\,O_3$	0,0	0,12	0,0	—	0,13
$Al\,O_3$	0,61	0,79	—	—	0,42
CaO	0,0	0,45	0,0	1,67	1,43
MgO	1,88	0,94	—	6,86	2,56
$Si\,O^2$	20,27	3,75	10,42	14,73	11,17
P	0,027	0,08	0,012	0,035	0,07
S	0,085	0,11	0,073	0,027	0,04
$Ti\,O_2$	0,0	—	—	—	0,73
$H_2\,O$	3,27	—	—	3,50	—
CO^2	—	—	—	1,50	—
Fe	53,51	67,94	64,61	52,72	60,19

Die mexikanischen Magneteisensteine kommen in der Provinz Jalisco vor und theilt Kupelwieser (Bericht über Philadelphia S. 210) nachstehende Analysen mit:

	Erze von Tocatos		Erze von La Mora
SiO^2	2,81	9,50	3,24
H_2O	0,55	0,30	—
AlO_3	2,36	2,03	2,88
P_2O_5	0,21	Sp.	0,37
$\overline{Fe}O_3$	69,68	64,39	68,61
FeO	22,68	22,68	22,73
MnO	—	—	0,52
CaO	0,28	0,20	0,34
MgO	1,43	0,90	1,31
Fe	66,48	62,73	65,72

§ 48. Zu der Form $(Fe, \overline{Fe})\ O_4$ des Magneteisensteins gehören noch Eisenerze, bei denen noch andere Metalle als Substitute für Fe wie für $\overline{Fe}$ eintreten. Es sind dies der Franklinit und der Chromeisenstein.

a. Der Franklinit.

§ 49. Diese Substanz, welche, wie das Magneteisen, der Spinellgruppe unter den oxydischen Mineralien angehört, kommt nur im Staat New Jersey vor, wo das Auftreten desselben dem Kalksteinzuge folgt, der von Franklin über Stirling Hill nach Ogdensburg läuft. Mit Rothzinkerz und Kieselzinkerz bildet das Mineral ein industriell wichtiges Lager, neben welchem in dem den Kalksteinzug begrenzenden Gneiss zahlreiche Lager von Magneteisenstein auftreten, die ein andres Generalstreichen zeigen als das Franklinitlager. (Wedding a. a. O.)

Die Analysen, welche Rammelsberg (Mineralchemie II. S. 140) mittheilt, ergeben:

	Abich 1.	Dickerson 2.	v. Kobell 3.	Rammelsberg 4.	Brush 5.	Van Dyk 6.	Van Dyk 7.
Al	0,39	—	0,43	—	—	—	—
Fe	48,77	46,35	46,34	46,23	45,53	47,81	52,36
Mn	12,81	13,29	8,64	8,52	10,29	7,31	5,43
Z	7,10	17,41	16,85	17,56	18,70	19,90	17,41
O	30,93	22,95	27,74	27,69	25,48	24,98	24,80

Nur 3 und 4 entsprechen der Form des Spinells und geben bei der stöchiometrischen Ausrechnung die Formel:

$$\left\{\begin{array}{l} 5\ Zn\ \overline{Fe}O_4 \\ 2\ Fe\ \overline{Fe}O_4 \\ \quad Mn\ \overline{Mn}O_4 \end{array}\right\}$$

während der Fanklinit 7 (Mine Hill) nach Rammelsbergs Vermuthen die Formel

$$\left\{\begin{array}{l} 8\ Zn\ \overline{Fe}O_4 \\ 4\ Fe\ \overline{Fe}O_4 \\ \quad Mn\ \overline{Mn}O_4 \end{array}\right\}$$

bedingt.

Man kann hiernach den Franklinit als ein Doppelerz ansehen, welches ebenso der Zink- als wie der Eisenindustrie zu Gute kommt.

Wird der Franklinit auf Zink verarbeitet, was wegen des Zusammenvorkommens mit Rothzinkerz und Kieselgalmey noch vortheilhafter erscheint, so kann man die Rückstände beim Hochofenbetrieb zuschlagen. Für sich ergeben sie in der Regel ein etwas splittriges weisses Eisen, das zur Stabeisenfabrikation tauglich ist. Durch besondere Möllerung vermögen sie auch Spiegeleisen zu geben.

b. Der Chromeisenstein.

§ 50. Dieses Erz, ebenfalls der Spinellgruppe angehörig, lenkte frühzeitig die Aufmerksamkeit auf sich, da es das Hauptmaterial für die Fabrikation der Chrompräparate abgeben musste.

In körnigen oder dichten Massen kommt das Erz in ähnlichen Verhältnissen vor, wie der Magneteisenstein, doch bei weitem nicht so mächtig.

Neuerdings, wo die Eisenindustrie (seit ca. 1876) sich mit der Verarbeitung von chromhaltigen Roheisen, Ferrochrom, zu feinem Stahl beschäftigt, hat man mehr noch nach Lagerstätten des Chromeisensteins gesucht und besonders in den Vereinigten Staaten mehrere derselben aufgefunden.

Rammelsberg theilt (Mineralchemie II. S. 142) nachstehende Analysen der reinen Erzsubstanz mit:

	CrO_3	AlO_3	FeO	MgO
1. Beresow. Moberg	64,76	10,93	18,59	6,74
2. Baltimore. Abich krystallisirt	60,04	11,85	20,13	7,45
3. do. „ derb	55,37	13,97	19,13	10,04
4. Dunn Mountain, Neuseeland. Petersen . .	55,34	12,13	18,47	14,08
5. Texas Lancaster Cy. Pa. a. Rammelsberg	56,55	0,86	30,23	9,89
b. Francke . .	55,14	5,75	28,88	9,39
6. Memphramagog Lake, Canada. Hunt .	49,75	11,30	21,28	18,13
7. Bolton, Canada. Hunt	45,90	3,20	35,68	15,03
8. Australien. Schultz	45,46	7,29	43,39	6,28
9. Voltara, Italien. Beccki	44,23	20,83	35,62	0,00
10. Grochau, Schlesien. Bock-Websky . . .	40,30	29,86	15,25	14,57
11. Lherz, Pyrenäen. Damour	8,00	56,00	24,90	10,30
12. Hofheim, Baiern. Hilger	7,23	53,93	14,11	23,59

Rammelsberg construirt hiernach drei Formeln:

$$\text{I.}\quad \left\{\begin{matrix} Mg \\ Fe \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} Cr \\ Al \end{matrix}\right\} O_4 = \left\{\begin{matrix} MgO \\ FeO \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} Cr\,O_3 \\ Al\,O_3 \end{matrix}\right\} \quad \text{für No. 2, 3, 9, 10, 12.}$$

$$\text{II.}\quad \left\{\begin{matrix} Mg \\ Fe \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} Cr \\ Al \\ Fe \end{matrix}\right\} O_4 = \left\{\begin{matrix} MgO \\ FeO \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} Cr\,O_3 \\ Al\,O_3 \\ Fe\,O_3 \end{matrix}\right\} \quad \text{für No. 4, 5a und b, 6, 7, 8, 12.}$$

$$\text{III.}\quad \left\{\begin{matrix} Mg \\ Fe \\ Cr \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} Al \\ Fe \\ Cr \end{matrix}\right\} O_4 = \left\{\begin{matrix} MgO \\ FeO \\ CrO \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} Al\,O_3 \\ Fe\,O_3 \\ Cr\,O_8 \end{matrix}\right\} \quad \text{für No. 1 (was zu bestätigen ist).}$$

§ 51. Ausser den vorstehenden wissenschaftlich gesichteten Analysen haben verschiedene Untersuchungen in neuerer Zeit Platz gegriffen, die mehr das technische Interesse im Auge hatten.

Clouet hat eine Reihe von Analysen der hauptsächlichsten Chromite gemacht (Comptes rendus 67. 762), welche von Kupelwieser in seinem Pariser Bericht (S. 30) zusammengestellt sind und hier wiedergegeben werden sollen.

	$Si\,O^2$	$Al\,O_3$	MgO	FeO	CrO_3	
Kraubat, Steyermark	2,50	8,00	11,58	24,92	53,00	
Theissholtz, Ungarn	7,30	16,77	14,85	29,60	31,48	
Altorsova, Banat	5,26	12,60	15,09	18,33	48,72	
Drontheim, Norwegen	5,00	12,00	21,28	19,72	42'00	
Katharinenburg, Ural	7,07	6,77	13,40	23,27	49,49	
Orenburg, Ural	3,05	8,05	10,98	24,92	53,00	
Wiatka, Ural	2,20	10.00	11,62	18,18	58,00	
Kara-Hissar, Klein-Asien	2,15	7,62	12,31	24,92	53,00	
Baltimore, Nord-Amerika	3,20	5,40	4,09	42,31	45,00	
Durchschnitt von Chromerzen bei der Verarbeitung in Unieux bei Holtzer & Co. (Kupelwieser, Paris. S. 102)	3,00	27,6	11,6	18,00	34,4	27,1 Cr 14,0 Fe
Ein anderer russischer Chromeisenstein, den Tschernoff zur Herstellung dichter Stahlgüsse gebraucht (Journal of the Iron and Stel-Institute 1877. II. S. 233)		2,60 fremde Bestandtheile.		31,65	65,51	

Französische Chromite sind in den Dep. Var und Aveyron gefunden, mit über 33/₀₀ $Cr\,O_3$.

v. Hauer, Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 17. S. 421, gibt eine Untersuchung des Grenzer Chromeisensteins, der schon in der Clouet'schen Tabelle erwähnt ist.

B. Der Rotheisenstein.

§ 52. Wie oben bereits angegeben, enthält der Rotheisenstein das Eisen in der Form des Oxyds; doch treten Eisenoxydoxydul, Eisenoxydhydrat und Eisencarbonat häufig als Gemengtheile des Erzes auf und verändern Metallreichthum wie Qualität.

Weit seltener als bei dem vorherbeschriebenen Erz finden sich hier die reinen Varietäten und niemals erreicht die verhüttbare Lagerstätte in ihrem Durchschnittsgehalt den Metallreichthum der rein vorausgesetzten Eisenverbindung, wie das bei einigen Magneteisenlagern zutrifft.

Während die Magneteisensteine im Gehalt meist zwischen 40 und 70 $/_{00}$ liegen, bewegt sich der Gehalt der besseren Rotheisensteine zwischen 40 und 60 $/_{00}$, Ausnahmen natürlich abgerechnet. Es giebt viel mehr arme Rotheisensteine als arme Magneteisensteine.

Die reinsten Vorkommnisse, krystallisirt und als Eisenglanz von den übrigen auch mineralogisch geschieden, zeigen naturgemäss auch die höchsten Metallgehalte bilden aber selten grössere Lagerstätten.

Die Eisenglanze von Elba bestehen fast ganz aus reinem Eisenoxyd; die sorgfältigsten Analysen haben darin nur

bis 0,8 $/_{00}$ FeO } Rammelsberg (Mineralchemie II. 147).
„ 0,4 $/_{00}$ MgO }
„ 0,3 $/_{00}$ TiO_2 do. do. II. 148).

nachgewiesen.

Auch in den Eisenglimmern und in dem Eisenrahm verschiedener Bezirke ist fast nur reines FeO_3 nachgewiesen worden.

Auch die als Glaskopf, fasriger Rotheisenstein, Blutstein, Hämatit, bezeichneten knolligen resp. radialstrahligen Varietäten zeigen noch grosse Reinheit.

Karsten theilt die Analyse eines solchen Erzes von Framont mit, in welchem Daubuisson

90—94	FeO_3
Sp.	MnO_3
2—2	SiO_2
3—2	Glühverlust
1—Sp.	CaO

gefunden hatte.

Ausgesuchte Stücke Cumberländer Rotheisensteins haben sogar 98,71 $/_{00}$ Eisenoxyd enthalten, während unsre deutschen Erze selten rein sind, und, wie dies eine Analyse Schnabels (Rammelsberg's Mineralchemie II. S. 148) beweist, höchstens 92 $/_{00}$ FeO_3 enthalten.

Unter den Nebenbestandtheilen der Rotheisensteine ist die Kieselsäure der Wichtigste, demnächst die Thonerde; weit seltener kommen Kalk und Magnesia vor; wiewohl die meisten Rotheisensteine zu kalkigen Gebirgsformationen in Beziehung stehen, haben sie doch durchschnittlich mehr sauren als basischen Charakter.

Durch Transport der Erzsubstanz von der Rotheisensteinbildung, wird ausserdem noch oft eine sehr starke Verunreinigung mit Gebirgstrümmern bedingt.

§ 53. Die Verbreitung des Rotheisensteins ist eine grössere, als die des Magneteisensteins; namentlich ist die geognostische Verbreitung eine weiterreichende. Ausser in den eigentlich massigen Gesteinen und den ältesten Schiefern findet man Rotheisensteine in dem ganzen Schichtenkreis der paläozoischen oder Uebergangsformationen vertreten, wobei man die Erfahrung macht, dass die dichten Varietäten hauptsächlich an Kalk-, Grün- und Schalstein gebunden erscheinen.

Die Bezirke, in welchen der Rotheisenstein, dem Eisenhüttenwesen die Signatur aufdrückt, sind:

Der Lahn- und Dillbezirk in der preussischen Provinz Hessen-Nassau;
Das westphälische Sauerland bei Olsberg und Bredelar, u. A. in Mitteldeutschland;
Der Eiffelbezirk in der Gegend von Jünkeratte und Schleiden;
Der belgische Bezirk von Vezin und Namur, der die Fortsetzung des Eiffelbezirks zu sein scheint;
Der Harzer Bezirk, die Bezirke des Thüringerwaldes des Erzgebirges und der Sudeten;
Der böhmische Bezirk bei Skalka u. s. f.

Die französischen Länder;
Die englischen Bezirke North Lancashire, Cumberland und Westmoreland;
Die Insel Elba und die Küstenländer des Mittelmeeres;
Skandinavien, Russland und Nord-Amerika.

§ 54. Die Rotheisensteine des Lahngebietes treten in zwei getrennten Partieen auf, welche innig mit Schalsteinen und Hyperit verbunden, im Bereich der oberdevonischen Mulde sich finden.

Die erste dieser Partieen in einer Länge von 9 Meilen und einer Breite von mehr wie 2 Meilen ist nach der Menge und Vorzüglichkeit der Eisenerze einer der wichtigsten Bezirke Deutschlands. Von den Flecken Königsberg an zieht sich der Lagerstättenzug durch den Kreis Wetzlar über Weilburg, Limburg, Diez bis Katzenellnbogen in der Provinz Hessen-Nassau.

Der andre Lagerstättenzug zieht sich nördlich davon durch das Amt Dillenburg und enthält vorwiegend Rotheisenstein.

Die Förderung betrug z. B. 1873:

Regierungsbezirk Wiesbaden, 18 fiscalische Gruben	101,049,450 Kilos
do. do. 440 gewerkschaftliche Gruben . .	280,836,300 „
Kreis Wetzlar, 88 gewerkschaftliche Gruben	171,492,500 „
Zusammen an Rotheisensteinen	553,378,250 Kilos

ein immerhin bedeutendes Quantum, namentlich wenn man die Zersplitterung des Grubenbesitzes in Erwägung zieht.

Wie später gezeigt werden soll, übertrifft allerdings die Förderung der britischen Rotheisensteine von Cumberland und Nord-Lancashire die des Lahnbezirkes beträchtlich, doch ist nicht zu bezweifeln, dass bei grösserer Nähe der Kohlenbezirke, die Entwicklung der Eisenstein-Bergbaue eine bedeutendere sein würde. Der Absatzkreis ist für die Lahnerze dennoch ein sehr grosser, da dieselben nach Norden bis in das Ruhrgebiet, nach Süden bis in die Vogesen gelangen, während sie im Westen bis in den Bezirk von Lüttich und Saarbrücken reichen. Der grösste Durchmesser dieser Verbreitungszone wird etwa 300 km betragen und spricht für die Güte und Brauchbarkeit der Erze.

So sehr nun auch die Qualitäten anerkannt sind, so herrscht doch unter den Erzsorten des Bezirks eine grosse sowohl petrographische als technische Verschiedenheit. Derbe, schiefrige, erdige Varietäten wechseln, zu denen sich als edelstes Vorkommen Glanze und Eisenglimmer, Eisenrahm gesellen. In der nördlichen Partie treten auch Eisenspilite und andere eisenerzhaltige Formationsglieder auf, welche, ohne gerade specifische Eisenerze zu sein, doch zu Uebergängen Veranlassung geben, auch selbst als Zuschlagserze gebraucht werden.

§ 55. Die chemische Beschaffenheit erhellt aus der nachstehenden Tabelle von Analysen und Bestimmungen, welche Erze aus beiden Partien umfassen.

Zusammenstellung von Analysen verschiedener Rotheisensteine aus dem Lahngebiet.

Bezeichnung der Erze.	H_2O	CO^2	SiO^2	P_2O	FeO_3	Fe	Mn	AlO_3	CaO	MgO	S	Säure-Rückstand	Quelle.
1. Engelsherberg b. Wetzlar, (Schnabel)	0,83	—	16,74	0,51	80,95	56,66	—		0,97		—	—	Wedding-Percy I.
2. Hermannszeche „ (Schnabel)	1,21	—	23,16	0,45	73,77	51,64	—		1,41		—	—	
3. do (Eisenrahm) (Schnabel)	1,08	—	5,63	0,19	92,45	64,71	—		0,65		—	—	
4. Rotheisenstein v. Wetzlar (Streng)	—	—	55,22	Sp.	43,58	29,50	—	1,42	—	—	SO^3 0,20	—	
5. Eisenhardt b. Wetzlar (Phönix) .	4,89 (1,55 hygr.)	—	29,15	0,61	—	38,72	0,81	8,40	0,16	0,14	0,13	—	
						16,90 O							
				P									
6. Philippswonne b. Wetzlar. .	—	—	—	0,22	—	51,5	Sp.	—	1,2 $CaCO_3$	—	—	21,4	Gebr. Buderus. Privat-Mittheilung der Gewerken.
7. Amanda b. Wetzlar	—	—	—	0,25	—	46,4	Sp.	—	17,7	—	—	9,2	
8. Joseph do.	—	—	—	0,14	—	61,5	0,4	—	—	—	—	9,8	
9. Buderus do.	—	—	—	0,16	—	51,4	0,2	—	2,15	—	—	22,4	
10. Fortuna do.	—	—	—	0,18	—	50,3	0,87	—	—	—	—	20,4	
11. Florina do.	—	—	—	—	—	45,7	—	—	—	—	—	—	
12. Morgenstern b. Wetzlar . .	—	—	—	—	—	55,1	—	—	—	—	—	14,9	
13. Wilhelm b. Aumenau . . .	—	—	—	0,18	—	60,1	—	—	—	—	—	9,0	
14. Schöne Aussicht b. Laubus, Eschbach	—	—	—	0,14	—	49,1	—	—	—	—	—	20,9	

Bezeichnung der Erze.		H_2O CO^2	SiO^2	P_2O	FeO_3	Fe	Mn	AlO_3	CaO	MgO	S	Säure-Rückstand	Quelle.
15. Gottesgabe b. Aumenau	Aktiengesellsch. Phönix zu Laar.	2,10	24,78	0,18	—	47,07	0,10	3,72	1,11	0,70	Sp.	—	Wachler*)
16. do.		—	18,70	0,15	—	47,82	0,10	6,70	1,28	0,31	0,04	—	Dürre's Eisenhüttenwesen auf der Wiener Ausstellung.
17. Strütchen b. Ahausen		2,79	25,64	0,08	—	44,63	0,44	6,72	0,68	0,46	0,00	—	
18. Bergmannsglück b. Donsbach		12,73	17,89	0,09	—	36,33	Sp.	3,02	13,68	0,78	0,00	—	
19. Eisenhardt b. Wetzlar		3,05	30,57	0,14	—	39,32	0,61	7,93	0,39	0,49	Sp.	—	
20. Helfenstein b. Oberndorf		3,68	26,43	0,20	—	41,81	0,46	8,03	0,87	0,67	0,00	—	
21. Rothenberg b. Oberneisen		5,29	11,42	0,24	—	51,48	1,91	4,80	0,79	0,44	Sp.	—	
22. do. manganhaltig**)		6,87	14,06	0,31	—	43,49	3,21	7,31	1,16	0,88	Sp.	—	
23. Raab b. Wetzlar, Dortmund. Union		1,86	28,82	0,38	63,41	44,38	0,09	5,29	0,43	—	—	—	Privatmitthl.
24. Gutglück	Vulkan b. Duisburg.	2,0	23,5	0,25	—	45,8	0,70	4,57	2,80	0,69	—	—	Privat-Mittheilung.
25. Königszug b. Dillenburg		1,40	18,75	0,22	—	52,4	0,25	2,89	1,80	0,44	—	—	
26. Beilstein b. Dillenburg		9,1	s. AlO_3	—	—	31,1	—	+ SiO_2	38,4	1,00	—	—	
do. (Dortmunder Union)		—	15,50	0,326	—	49,60	0,25	9,10	3,91	0,53	—	—	Wachler.
27. Prinz Bernhardus (Dortm. Union)		—	17,00	0,193	—	50,00	0,32	2,64	1,71	0,64	—	—	
28. do. aufbereitet	Hörder Eisenwerk.	—	—	0,13	—	56,62	Sp.	2,08	4,00	Sp.	0,04	12,99	Privat-Mittheilung.
29. Espe b. Wetzlar		—	19,25	0,01	—	54,38	0,71	0,01	1,98	Sp.	Sp.	—	
30. Solms Braunfels		—	—	0,14	—	53,44	2,22	0,23	1,54	0,79	Sp.	19,27	
31. Stangenwaage u. Gnade Gottes Dillenburg, Mühlh. a. R.	Friedr. Wilh. Hütte.	—	15,1	0,17	—	42,00	—	6,2	9,2	0,7	0,03	—	Wachler's Bericht.
32. Domanialgrube, Dillenburg	Niederrh. Hütte.	2,68	20,55	0,82	—	45,00	0,60	6,74	2,57	0,65	—	2,68	
33. do. do.		2,00	8,00	0,20	—	55,00	0,60	2,30	2,30	0,60	—	2,00	
34. Olga b. Oberndorf	Gute Hoffnungshütte Sterkrade.	1,50	17,60	0,28	74,52	52,10	Sp.	6,24	Sp.	Sp.	Sp.	—	Wachler's Bericht.
35. Obernd. Zug, Albshausen		3,60	19,50	0,53	64,73	45,31	1,22	7,75	2,52	Sp.	Sp.	—	
36. Louise b. Wetzlar		1,40	20,02	0,71	71,78	50,25	Sp.	6,40	Sp.	Sp.	Sp.	—	

§ 56. Während des Druckes gingen noch nachstehende Analysen resp. Bestimmungen bezüglich nassauischer Rotheisensteine ein:

		H_2O	CO^2	FeO_3	Fe	Mn_3O_4	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	P	
37. Oberndorfer Zug b. Albshausen von den Betriebspunkten:														
a) Marsch		4,04	—	60,56	42,04	1,24	0,89	23,88	9,28	—	—	0,30	0,13	Nach Privatmittheilungen der General-Direktion der Gutehoffnungs-Hütte Oberhausen. Besitzerin der Grube Oberndorfer Zug u. Philippszeche.
b) Blümchen		4,00	—	64,60	45,22	0,84	0,61	21,72	8,16	—	—	0,36	0,16	
c) Olga		4,20	—	62,18	43,53	1,16	0,84	22,44	9,64	—	—	0,27	0,11	
d) Olga		2,87	—	69,60	48,72	0,72	0,52	19,92	6,88	—	—	0,16	0,07	
38. Gr. Philippszeche b. Luckenbach (Eisenglanz)		0,20	—	85,32	59,72	—	—	12,08	1,84	—	—	0,12	0,05	
39. Gr. Steinberg und Eisenzeche b. Dillenburg:														
a) Grobschlag		0,40	—	67,40	47,18	—	—	25,20	5,12	—	—	0,48	0,21	
b) Feinschlag		0,42	—	66,64	46,65	—	—	26,84	5,04	—	—	0,48	0,21	
40. Gr. Weinbach b. Aumenau		0,24	—	77,04	53,93	—	—	14,72	4,32	3,04		0,38	0,16	
41. „ Stollberg		2,20	—	70,36	49,25	0,24	0,17	19,28	7,16	—	—	0,51	0,22	
42. „ Karlssegen b. Gunterrau		1,08	—	79,12	55,38	—	—	14,32	5,04	—	—	0,20	0,09	
43. „ Victoria b. Braunfels		1,12	—	75,48	52,84	—	—	15,48	6,46	—	—	0,42	0,18	
44. „ Beilstein		0,36	—	69,60	48,72	—	—	24,08	4,96	—	—	0,47	0,20	
45. „ Raab b. Wetzlar		—	—	—	47,23	—	—	22,57	—	—	—	—	0,188	Privatmittheil. der Gesellsch. Heinrichzeche.
46. „ Maria b. Wetzlar		0,36	—	79,68	45,79	MnO_3 0,45	—	15,05	1,51	1,19	0,37	0,29	—	Privatmitthl. v. Gebr. Stumm.
47. Lahnerze I	angekauft von der Niederrheinischen Hütte bei Duisburg.	13,00 hygr.	0,55	72,73	50,91	0,37	0,26	15,72	7,19	1,70	0,75	—	0,426	Privatmittheil. der Hütten-Direktion zu Niederrheinische Hütte.
48. „ II		6,00	10,35	61,20	42,84	0,14	0,08	10,70	3,96	13,15	0,25	—	0,160	
49. „ III		10,00	—	78,14	54,70	0,70	0,49	14,35	5,63	0,66	0,50	—	0,138	
50. „ IV		7,50	—	78,41	54,89	0,85	0,60	16,50	2,15	1,50	0,20	—	0,267	
51. „ V		12,00	4,67	67,01	46,91	0,40	0,27	19,79	6,27	0,92	0,22	—	0,300	
52. „ VI		11,50	1,20	69,83	48,88	0,48	0,34	20,50	5,16	1,31	0,74	—	0,301	

*) Wachler's Bericht über die vergleichenden Untersuchungen rheinisch-westfälischen und ausländischen Giesserei-Roheisens. Berlin 1879. A. Seydel.

**) Wedding (a. a. O. S. 358) theilt die folgenden zwölf älteren Analysen nassauischer Rotheisensteine mit, welche im Laboratorium des „Phönix" ausgeführt sind.

Bezeichnung der Erze:	H_2O	CO_2	SiO_2	P_2O_5	Fe	Mn	AlO_3	CaO	MgO	S
1. Rother Ocker von der Grube Rothenberg	1,17	5,85	17,79	1,10	43,80	Sp.	11,15	0,42	0,04	Sp.
2. b. Diez	3,70	3,63	1,41	1,64	38,73	1,64	11,09	2,02	1,41	—
3. Rotheisenstein von der Grube Bergmannsglück I. b. Dillenburg	0,95	0,50	19,99	0,33	39,73	Sp.	3,46	+ CO^2 16,80	—	0,02
4.	0,61	0,25	14,69	0,60	35,96	0,73	3,46	+ CO^2 26,49	+ CO^2 1,43	Sp.
5. Rotheisenstein von der Grube Bergmannsglück II. b. Allendorf	1,00	0,25	19,32	0,66	30,24	0,22	5,05	+ CO^2 28,01	+ CO^2 2,18	—
6. Rotheisenstein von der Grube Rothenacker	1,74	3,74	29,35	0,14	39,53	0,76	7,29	0,54	Sp.	—
7. b. Weilburg	4,53	5,76	24,70	0,46	39,98	Sp.	7,68	—	Sp.	0,10
8. Rotheisenstein von der Grube Rothenstein b. Weilburg	1,32	2,83	28,44	0,47	43,62	0,54	3,04	0,44	0,21	0,02
9. Rotheisenstein von der Grube Gabe Gottes	0,89	1,37	26,66	0,36	45,38	Sp.	6,08	0,28	Sp.	0,08
10. b. Weilburg	1,49	2,26	28,49	0,30	41,13	Sp.	7,52	0,32	0,62	0,05
11. Rotheisenstein von der Grube Joest b.	6,01	4,60	25,00	0,14	39,48	Sp.	8,46	Sp.	0,52	0,15
12. Limburg	5,10	8,61	19,14	0,52	38,44	1,10	9,21	Sp.	0,78	Sp.

Die Erze sind, wie aus der Tabelle hervorgeht, vorwiegend quarziger resp. thoniger Natur und bedürfen stets basischer Zuschläge resp. der Möllerung mit kalkigen Erzen. Dabei erfordern sie die Beibehaltung eines heissen Ganges, indem sie nicht allein strengflüssig, sondern auch bei dichter Textur namentlich schwer ausschliessbar sind. Sie verlangen heissen Wind, enge Zustellung oder grösseren Cokesaufwand, geben dann aber auch ein sehr festes Eisen. Alle führen einen Phosphorsäuregehalt von pptr. 0,50 $/_{00}$ im Mittel; manche haben sehr viel weniger, andere etwas mehr daran, ganz frei ist keine einzige Varietät.

Trotzdem betrachtet man die Lahnerze im Allgemeinen als vorzügliches Material und daher schreibt sich die grosse Verbreitung derselben.

§ 57. Ein etwas jüngeres Vorkommen von Rotheisensteinen findet sich weiter nördlich im Bereich des westfälischen Oberdevon (Flinz und Kramenzel). Verbunden mit Schalstein und Hyperit, treten von Adorf im Waldeckschen beginnend, bei Bredelar und Olsberg bis Suttrop und Balve die Erze in mächtigen und reichhaltigen Lagern auf, sind bald quarzreich und hart, bald kalkhaltig und milde. Meist sind sie dicht, treten aber zuweilen als Eisenglanz auf und bilden Uebergänge zum eisenschüssigen Kalkstein. Kalkspath, Braunspath, Quarz und Hornstein sind häufige, Schwefelkies und Manganerze seltene Begleiter. Die Gewinnungspunkte sind bei Beringhausen, Bredelar, Giershagen, Messinghausen und Olsberg und die Produktion in neuester Zeit, seit Bredelar in den Besitz der Dortmunder Union übergegangen ist, in starkem Zunehmen begriffen. Die amtliche Statistik weist bereits für 1873 auf 10 Gruben eine Rotheisensteingewinnung von 70,455,850 Kilos neben einer Brauneisensteinförderung von 834,900 Kilos nach. Die Inbetriebsetzung der bergisch-märkischen Ruhrthalbahn Schwerte-Scherfede hat natürlich wesentlich zum erleichterten Abfluss der Erzproduktion nach dem Kohlenrevier beigetragen, welches ca. 100 Kilometer entfernt liegt (Brilon-Witten), während allein die Rheinreise der nassauischen Erze (Oberlahnstein-Ruhrort-Duisburg) über 150 Kilometer beträgt und dazu unter Umständen noch über 100 Kilometer Bahnfracht treten können. Die Concurrenz der beiden Rotheisenstein-Lagerstätten ist desshalb leicht begreiflich.

Die Zusammenstellung der Erze erhellt aus nachstehender Tabelle:

		H_2O	CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	Rückstand
1. Eisenstein von Grube Eckefeld (Wedding a. a. O. S. 337)		0,83	—	—	47,71	—	—	16,66	4,00	27,72	—	—	—	—
2. Erz von Grube Reinhard (Wachler's Bericht) . . .		—	—	—	47,69	—	1,68	5,76	4,14	7,95	0,26	0,040	—	—
3. Erz von Grube Christiane (Wachler's Bericht) . . .		—	—	—	22,80	—	0,22	8,64	0,38	31,80	0,20	0,140	—	—
4. Erz von Grube Christiane (Privatmittheilung v. Hörde)		—	—	—	25,53	—	Sp.	7,24	1,10	29,19	1,02	0,10	—	—
5. Erz von Briloner Eisenberg (Privatmittheilung v. Hörde)		12,70		—	43,04	—	0,20	9,85	Sp.	12,75	3,12	0,16	—	—
6. Erz von Grube Reinhard	Privatmittheil. der Dortmund. Union.	18,33		46,84	37,79	0,49	0,34	—	0,92	19,18	1,21	0,37	—	12,56
7. „ „ „ Christiane		23,16		39,93	27,95	0,18	0,13	7,19	1,12	21,91	0,67	0,36	—	—
8. „ „ „ Enkenberg		10,46		64,03	44,82	0,42	0,30	7,04	0,31	12,49	1,15	0,66	—	—
9. „ „ „ Hubertus		23,30		33,10	23,17	0,38	0,27	12,56	2,87	27,44	0,71	0,23	—	—
10. „ „ „ Emma und Johanna		4,91		55,91	39,14	0,21	0,15	32,17	1,19	4,01	0,92	0,35	—	—

§ 58. Ausser dem eben geschilderten zusammenhängenden Lagerzuge hat bereits Wedding (a. a. O. S. 331) das sporadische Vorkommen von Eisenerzen, darunter auch Rotheisenstein, unterschieden, welches am Nordrand des Grauwackengebietes auftritt und etwas südlicher als die erwähnte Lagerstätte in der Gegend von Allendorf und Iserlohn Aufschlüsse in Rotheisenstein gewährt hat.

Diese Fundstätten sind bis jetzt ohne beträchtliche Wichtigkeit geblieben. Dasselbe gilt von dem linksrheinischen Vorkommen von oolithischen Rotheisensteinen im Eiffler Kalk, welche in der Gegend von Stadtkyll und Jünkerrath auftreten und erst durch die Anlage der Eiffelbahn Aussicht zur weiteren Verwendung erhalten haben.

Die Untersuchung dieser Erze und anderer Erze der Eiffel durch die geologische Landesanstalt zu Berlin ist schon längst in Angriff genommen worden, eine Veröffentlichung der Untersuchungsresultate aber ist bisher nicht erfolgt. Die Erze zeigen eine oolithische Struktur und scheinen auch kleinere Conchylienreste in Menge zu enthalten.

§ 59. Weit bedeutender als das eben angeführte Rotheisensteinvorkommen, doch mit ihm in mancher Hinsicht übereinstimmend ist das im Königreich Belgien ausgebeutete Lager, welches die auf den Hütten der Maas, Sambre und Schelde benutzten sogenannten „oligistes de Namur“ liefert, ein Erz von

ziemlich guter Qualität. Es schliesst sich in Aussehen und Beschaffenheit den oolithischen Rotheisensteinen der Eiffel an und tritt in einer Schieferzone auf, die neben Kalkbänken das Kohlengebirge der Sambre nordwärts abgrenzt. In den Kalkbänken kommen ausserdem Brauneisensteine vor.

Die bedeutendsten Rotheisenerzlager liegen bei Vezin, nördlich von Namur; man hat aber auch im Osten des Sambre-Kohlenbeckens und in der Umhüllung des Lütticher Beckens bei Limburg Rotheisensteine gefunden. In Paris, schon 1867, waren Erze, zum Theil mit eingelagerten Schiefern von Limburg, Isne-Sanvage, Houssois, Vezin, Couthuin ausgestellt. Schon 1860 wurden 248,534,000 Kilos producirt und seit jener Zeit hat die Ausbeute stetig zugenommen.

Die Zusammensetzung erhellt mit nachstehender Tabelle:

		H_2O	CO_2	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	FeO	FeO_3	Mn_3O_4	S	P_2O_5	Fe	P	Mn
1. Erz von Vezin. Violett; ausgesuchtes Stück (Valérius Fonte 126)		—	—	10,0	1,4	4,6 ($CaCO_3$)	—	—	83,5	0,5	—	—	58,45	—	—
2. Violettes Erz zu Ougrée verarbeitet (Wedding a. a. O. 413)		—	—	—	—	—	—	—	82,5 (17,5 erdige Beimengungen)	—	—	—	—	—	—
3. Erz von Vezin Houssois zwischen Andenne u. Namur (Wedding W. O.		5,066	2,160	10,033 Si	6,090 Al	2,750 Ca	—	—	—	—	0,390	0,983	50,486	—	—
		21,410 Sauerstoff													
4. Rotheisenstein von Couthuin (Laboratorium von Lüttich)		20,88 (H_2O + CO_2)		14,70 (SiO_2 + AlO_3)		10,05	4,08	15,44	33,75	—	0,19	—	—	—	—
5. Erz von einer anderen Förderung (Laboratorium von Ougrée)		21,00 (H_2O + CO_2)		4,70 (SiO_2 + AlO_3)		22,24 (CaO + MgO)		—	—	—	—	—	Roheisen 36,80	—	—
6. Erz von Basse Meuse bei Couthuin		9,50 (H_2O + CO_2)		10,00 (SiO_2 bis MgO)				—	—	—	—	—	56,10	—	—
7. Analysen von Seraing a.		11,00	—	19,00	0,00	0,00 ($CaCO_3$)	—	—	65,00	3,00	—	—	—	—	—
do. „ „ b.		8,00	—	8,00	1,80	4,40 ($CaCO_3$)	—	—	78,88	0,00	—	—	—	—	—
8. Erz von Lovegnée (Laboratorium von Lüttich)		12,20 (H_2O + CO_2)		36,90 (SiO_2 + AlO_3)		6,20	1,29	—	40,30	—	—	—	40,30	—	—
9. Erz von Ahin b. Huy (Laboratorium von Ougrée)		10,75	—	41,80 Thon	6,80 AlO_3	6,80 (CaO + MgO)		—	—	—	—	—	23,99	—	—
10. Erz von Wahairon (Laboratorium von Lüttich)		14,30 (H_2O + CO_2)		17,00 (SiO_2 + AlO_3)		16,63 (CaO + MgO)		—	—	—	—	—	36,82	—	—
11. Erz von Baelen b. Dolhain (Laboratorium von Lüttich)		6,60 (H_2O + CO_2)		64,10 (SiO_2 + AlO_3)		0,20 (CaO + MgO)		—	—	—	—	—	Roheisen 21,20	—	—
12. Ahin	Valerius, Fonte u. A. Mitgetheilt von J. Deby, Journal of the Iron and Steel-Institute 1877. (12–21)	0,50 b. 100°	11,45	25,35	11,85	6,70	0,75	—	—	—	—	—	Roheisen 27,79	—	—
13. Houssois		0,30 b. 100°	8,70	18,50	8,50	5,10	1,20	—	—	—	—	—	38,85	—	—
14. Isnes, violett		3,40 b. 100°	12,55	12,00	6,90	6,50	3,17	—	—	—	—	—	39,00	—	—
15. Isnes, roth		14,70 b. 100°	9,61	27,43	8,33	1,23	0,19	—	—	—	—	—	35,05	—	—
16. Malonn, braun		11,00	14,45	15,00	8,50	3,15	Sp.	—	—	—	—	—	39,76	—	—
17. Melottes*)		2,20	17,50	7,25	3,95	11,15	2,98	—	—	—	—	—	—	—	—
18. do.		8,20	10,15	11,75	7,25	2,00	0,50	—	—	—	—	—	49,50	—	—
19. Namèche		9,80	14,00	10,35	7,20	0,45	Sp.	—	—	—	—	—	44,80	—	—
20. St. Marc		11,80	15,65	16,20	6,75	0,75	Sp.	—	—	—	—	—	39,62	—	—
21. Vezin		—	—	9,55	5,60	3,70	1,70	—	—	—	—	—	50,55	—	—
22. Reiches Erz	von A. Habets mitgetheilte Analysen einer Hütte b. Lüttich. (22–24)	3,00	—	10,5	6,5	4,5	2,00	5,0	60,00	0,25	0,15	1,1	45,9	0,489	0,18
23. Armes Erz		5,29	9,25	2,7	12,0	6,5	1,5	4,0	32,00	1,56	0,15	0,85	25,5	0,37	1,08
24. Kalkiges Erz		3,90	23,6	6,5	3,5	26,00	6,0	7,0	28,50	3,5	0,5	10,0	25,4	0,44	2,52

Von den mitgetheilten Untersuchungen sind nur diejenigen einzig brauchbar, welche Durchschnitte repräsentiren und eine Menge von Einzelbestimmungen enthalten, die den anderen Analysen abgehen (Vgl. namentlich No. 22—24).

Eine detaillirte Darstellung der Lagerungsverhältnisse, soweit solche auf die Provinz Lüttich Bezug haben, wo das Erz nördlich und östlich von der Maas in einem langen Zug von Ahin und Couthuin an bis Baelen bei Welkenraedt dem Südrand der nördlichen Kohlenmulde entsprechend sich findet, gibt Franquoi, Revue universelle vol. 25—26, S. 1. Dieser Darstellung sind die zum Theil älteren Analysen und Proben 4—11 entnommen, während 12—21 aus der belgischen Erzsuite in Valérius Roheisenfabrikation, neuester Auflage, herrühren.

§ 60. Ausser den soeben erwähnten Erzlagerstätten des Niederrhein- und Maasgebietes, weisen die zur vierten Erzgattung gehörenden Spatheisensteinzüge des Siegerlandes beträchtliche, wenn auch vereinzelte Vorkommnisse von Rotheisensteinvarietäten auf — namentlich einige sehr hochhaltige Eisenglanze, welche als Umwandlungen des Spatheisensteins angesehen werden können, da häufig das Spathgefüge noch vollkommen an den Glanzstufen erhalten ist.

*) Melottes nennt man die weichere Erzart selbst.

Man kann wesentlich fünf Varietäten des in Rotheisenstein umgewandelten Spathes unterscheiden:

1. Spathige Rotheisensteine mit vollkommen erhaltener blättriger Textur;
2. Dichte Rotheisensteine mit nur vereinzelt auftretenden spathigen Ausscheidungen;
3. Glanze mit spathigen Klüftungen und Absonderungen, manchmal deutlicher, manchmal undeutlicher;
4. Glanze mit steinig-körnigem Gefüge, gewöhnlich quarzig und schwer aufschliessbar;
5. Glasköpfe, d. h. rundlich traubige Massen, wahrscheinlich aus Brauneisenstein entstanden.

Die Glanze und Rotheisensteine des Siegerlandes kommen vorwiegend in den südlicheren Revierbezirken vor und lassen sich vielleicht wie das Magneteisenmulmvorkommen der Grube „Alte Birke“ auf Contaktwirkungen basaltischer Durchbrüche und andere metamorphische Erscheinungen zurückführen.

Einige von niederrheinischen und westfälischen Werken mitgetheilten Analysen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

	H_2O	CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	S	P	P_2O_5
Eisenglanz, Vulkanhütte, (Kerpely W. B.)	—	—	—	44,00	—	1,03	27,00	4,50	—	—	—	0,06	—
Eisenglanz, Vulkanhütte, (Dürre W. B. 54)	—	—	—	55,10	—	n. b.	18,6 (SiO² + AlO₃)		—	—	—	0,09	—
Grube Krämer bei Wissen (Privatmittheilung von Hörde)	—	—	—	55,87	—	0,12	16,41	1,23	2,01	Sp.	Sp.	0,07	—
Grube Bindeweide (Privatmittheilung)	—	—	74,56	52,72	1,77 (Mn_3O_4)	1,27	16,53	2,22	—	—	0,07	0,133	0,304
Grube Heidenberger Gottessegen (Union, Privatmittheilung)	—	—	86,38	60,47	2,02	—	11,04	0,57	Sp.	0,34	—	0,05	—
Grube Neue Haardt (Privatmittheilung)	13,86 (H_2O + CO^2)		60,05	42,03	4,85	3,49	13,81	—	4,22	2,59	—	0,019	0,044

Die Siegener Rotheisensteine und Glanze kommen wenig mehr in den Erzhandel, sondern werden von den eigenen Hütten mehr wie früher zur Darstellung von grauem resp. halbirtem Eisen benutzt, seit die ausschliessliche Spiegeleisenfabrikation einem mehr allgemeinen Hochofenbetrieb Platz gemacht hat und gleichzeitig leicht reducirbare und strengflüssige Erze nothwendig gebraucht werden.

§ 61. Im übrigen Deutschland sind nur noch im Harz, im Thüringerwald, dem Erzgebirge und in den schlesischen Sudeten Rotheisensteine von Belang gefunden worden.

Die vorzugsweise Rotheisenstein enthaltenden bereits beim vorigen Erz erwähnten Lagerstätten des Harzes, bei Elbingerode zeigen in ihren Verhältnissen grosse Aehnlichkeit mit den nassauischen Rotheisensteinen. Sie erinnern nicht nur durch ihr Auftreten neben den Schaalsteinen, sondern namentlich auch durch die Lagerzusammensetzung und die einbrechenden Erze und Gangarten sehr an die mit Schaalstein gemeinsam auftretenden Rotheisensteine Nassaus.

Rotheisenstein ist das vorherrschende Erz, ist aber niemals rein, sondern meist stark verkieselt bis zur Bildung von ächtem rothem Eisenkiesel oder kalkhaltig, wobei auch der Kalkgehalt so wachsen kann, dass das Erz zum Zuschlagsmaterial wird und allein nicht mehr die Kosten der Verarbeitung trägt.

Ein gleiches Verhalten der für die Verhüttung wichtigsten Nebenbestandtheile, nämlich das Dominiren der Säure in den oberen Teufen, während der Kalk nach unten zunimmt, wie es in Nassau constatirt worden ist, hat sich bei Elbingerode noch nicht nachweisen lassen.

Der gegenwärtige Zustand der Erzlager ist allem Anschein nach das Produkt wiederholter und energischer Umwandlungen. Die Geognosten, welche das Lager untersuchten, stellten die Annahme als gerechtfertigt hin:

„Dass abgesehen von der Entstehung des Brauneisensteins durch Zersetzung des Schalsteins, die „Erze zunächst durch Umwandlung des Kalksteins theils in Magnet-, theils in Rotheisenstein mit „verschiedenem Kalkgehalt gebildet wurden, wobei diese beiden Oxydationsstufen theils nebeneinander, „theils getrennt von einander auftreten; dass dann eine Verkieselung unter Wegführung der Kalkerde „und zuletzt die Bildung von Brauneisenstein aus dem Magnet- und Rotheisenstein unter theilweiser „Wegführung von Kieselsäure stattgefunden hat.“

Diese Annahme lässt sich schwer mit den Beobachtungen und Folgerungen die bezüglich anderen Eisenerz-Lagerstätten gemacht worden sind in Einklang bringen.

Der Sphärosiderit (No. 2 der Tabelle im Original), ein kalkiger Rotheisenstein (No. 5), ein ochriger Brauneisenstein (No. 7), ein Brauneisenstein als veränderter kalkiger Rotheisenstein erkennbar (No. 18), ein erdiger Brauneisenstein, Spuren von Rotheisenstein zeigend (No. 19), ein andrer Brauneisenstein (No. 20)

der Analysentabelle S. 206 und 207 der Quelle) zeigen eine solche Uebereinstimmung in dem Verhältniss von Eisen und Phosphorsäure, zwei durch die Pseudomorphose wohl ziemlich unverändert durchgehende Elemente der Erze, dass man diese Muster als miteinander genetisch zusammenhängend ansehen kann.

Ebenso lassen sich die Magneteisensteine (No. 1, 10, 11, 13, 21, 22 der Tabelle), die Rotheisensteine (No. 6, 12) und der Brauneisenstein (No. 25) vergleichen.

Die primäre Form des Eisenerzes ist in der ersten Gruppe der Sphärosiderit gewesen, entstanden durch Einwirkung von Säuerlingen auf die eisenhaltigen Substanzen des Schalsteins, wobei ganz gut die kalkigen Residua in der Teufe sich haben anhäufen können, während Kieselsäure als Gallerte nach oben gegangen ist. In der zweiten Gruppe muss man den Magneteisenstein als primäre Form ansehen, welche ihrerseits vielleicht ein Produkt langsamer Oxydation des körnigen Carbonats darstellt.

Aus der ersten von beiden primären Erzformen entwickelt sich zunächst wohl der Brauneisenstein, aus dem dann durch Wasserentziehung der Rotheisenstein hervorgeht. Uebergänge ohne das Mittelglied finden sich auch und ebenso können an einem Erzfragment alle drei Eisenverbindungen sich auffinden lassen.

Dasselbe gilt für die zweite Gruppe. Aus dem Magneteisenstein entwickelt sich durch vorgängiges Rosten und dann Entwässern der Rotheisenstein, der an vielen Orten pseudomorph nach Magneteisen auftritt, wobei die Krystallform (Granatoëder) noch sehr deutlich erkennbar ist.

Bei der Betrachtung der Spatheisensteine kommt man dieser Frage näher und wird desshalb auf die bezüglichen Abschnitte verwiesen.

§ 62. Die angeführten Mittheilungen aus dem Laboratorium der Bergakademie von Berlin enthalten die nachstehend zusammengestellten Analysen von sechs Rotheisensteinen, welche hinlänglich erkennen lassen, dass die meisten derselben kalkig sind.

Abgesehen von dem fünften Erz, das phosphorreiche Versteinerungsbruchstücke enthält, bewegt sich der Phosphorgehalt wesentlich in zwei Niveaus um 0,70 $/_{00}$ und um 1,10 $/_{00}$ des Eisengehaltes. Während die Ersteren sich den Magneteisensteinen anschliessen, stellen sich die Letzteren dem Sphärosiderit zur Seite.

	H_2O	CO^2	SiO^2	P_2O_7	FeO	FeO_3	AlO_3	MnO	CaO	MgO	SO^3	Summa	Fe gehalt	Ph_2O_7 $Fe\%$
Kalkreicher Rotheisenstein, Blauer Gräfenhagensberg	0,49	28,03	0,19	0,32	5,42	32,80	0,35	—	30,87	0,66	—	99,73	27,17	1,18
Kalkreicher Rotheisenstein, etwas härter, Milder Gräfenhagensberg	—	20,12	3,74	0,24	5,02	44,37	0,94	0,54	21,38	0,28	—	99,64	34,96	0,69
Kalkreicher Rotheisenstein mit Kalkspathausscheidung, Grube Johannes	0,18	23,68	0,87	0,24	1,44	43,23	0,06	0,19	29,97	0,35	—	100,21	31,38	0,76
Rotheisenstein in Brauneisenstein übergehend, (Andreas Rösling) .	3,63	1,01	7,98	0,55	0,66	80,89	4,60	0,53	0,12	0,66	unter 0,15	100,63	57,13	0,96
Kalkiger Rotheisenstein, reich an grauem Versteinerungsstück, Grube Beständigkeit . . .	0,42	29,35	4,19	0,80	12,91	21,96	1,06	Sp.	28,57	1,68	unter 0,15	100,94	25,41	3,14
Fester thonig-kieseliger Rotheisenstein, Grube Bunte Wormke . .	0,82	0,59	32,66	—	2,73	46,73	8,27	Sp.	2,77	0,74 3,24 KaO 2,41 NaO	—	101,16	34,83	—

§ 63. Ausser den Lagerstätten von Elbingerode sind noch einige andere Rotheisensteinvorkommen am Harze bekannt, welche zwar geringere Bedeutung haben, doch nicht unerwähnt gelassen werden können.

An der Bode zwischen Rübeland und Hüttenrode treten Rotheisensteine und Eisenkiesel in mächtigen Gängen auf, deren Metallgehalt aber sehr ungleich vertheilt ist und nur eine im Ganzen geringe Ausbeute im wirklichem Eisenerz zulässt, welches in Blankenburg verschmolzen wird.

Ebenso wenig ausgedehnt ist das Vorkommen eines sehr metallreichen fasrigen Erzes bei Tilkerode südlich von Alexisbad und Harzgerode; es hat nur für die Eisenhütte in Mägdesprung Bedeutung.

Am Südwestende des Harzes treten zwischen Ellrich, Lauterberg und Herzberg Eisensteine auf, welche früher auf der hannöverschen Königshütte bei Lauterberg Verwendung fanden, heut aber, ihrer günstigeren Lage wegen bis nach Westfalen verkauft werden.

Eine von der General-Direktion der Union in Dortmund gütigst mitgetheilte Analyse eines rothen Glaskopfes von der Knollengrube nördlich von Lauterberg*) weist nach:

FeO_3	80,97	= Fe 56,68
Mn_3O_4	0,26	= Mn 0,19
AlO_3	0,68	
CaO	1,65	
MgO	0,71	
CaO	2,81	
P_2O_5	0,04	
SO_3	1,98	
SiO_2	9,97	
Glühverlust	1,19	

Bis auf den Gehalt an $BaSO_4$ ist das Erz frei von unangenehmen Bestandtheilen, das Vorkommen ist aber beschränkt und die Förderung nicht bedeutend genug, um anders als ein zusätzlicher Bestandtheil zu einem Möller benutzt zu werden.

§ 64. Das Gleiche gilt für die thüringischen Rotheisenerze, deren Vorhandensein fast überall an das Vorkommen des Porphyrs gebunden zu sein scheint, der auch die bekannten Manganerze der Gegend von Ilmenau und Elgersburg einschliesst.

Bei Ruhla und bei Friedrichsroda, am Porphyrmassiv des Inselberges, bei Amtgehren, Ilmenau, Goldlauter und Schmiedefeld am Porphyrmassiv des Schneekopfs und des Beerbergs im südöstlichen Theil treten Eisenglanze in Nestern auf, die nur in einzelnen Fällen sich zu Stöcken oder Stockwerken zusammenhäufen.

Die Maximilianshütte bei Schwandorf in Bayern, welche Ilmenauer und Amtgehrener Erze verschmilzt, theilte 1873 in Wien nachstehende Analysen mit:

	Glühverl.	FeO_3	MnO_3	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5
Rotheisenstein von Gr. Bergmannshoffnung	—	78,24	1,42	11,68	—	7,90	—	0,04
Eisenglanz und Eisenglimmer	—	92,23	1,43	5,84	—	—	—	Sp.

Man hat es also mit sehr reichen Materialien (von 54—64 $/_{00}$ Eisen) zu thun, die z. Th. neutral, z. Th. sauer sich verhalten.

§ 65. Im Frankenwald, Voigtland und dem Erzgebirge treten Rotheisensteine in zweierlei Weise auf:

a) Als Gangausfüllungen im Glimmerschiefer und im Granit bis zu 55 $/_{00}$ Eisen enthaltend, meist mit Beimischung von Silikaten. Die Hauptförderpunkte sind in der Nähe von Schwarzenberg, Rittersgrün und Rothenberg bei Erla, oft finden sich Pseudomorphosen nach Magneteisen.
b) Als Contaktlager zwischen Grauwacke und Grünstein und als Lager in der Grauwacke selber, oft im Zusammenhang mit Magneteisen.

Ausgebeutet werden diese Rotheisensteine bei Lobenstein und Schleiz durch die bayrische Maximilianshütte; bei Stenn, nicht weit von Zwickau durch die Königin Marienhütte.

Die Erze enthalten nur bis 45 $/_{00}$ Eisen und erscheinen theils überwiegend kalkig, theils sauer, so dass ihre Anwendung in mancher Hinsicht vortheilhaft und bequem ist. Leider ist das Vorkommen nicht übermässig gleichartig und die Förderung keine besonders grosse. Man spart sie zur Darstellung von Bessemerroheisen auf und verwendet sie höchstens noch, um Giessereieisen zu machen, wenn Solches vortheilhaft dargestellt werden kann.

§ 66. In dem Erzgebige und dem Lausitzer Gebirge finden sich keine abbauwürdigen Rotheisensteine; dagegen wird in neuerer Zeit ein Vorkommen benutzt, welches noch weiter östlich, in der Gegend von Jauer gefunden worden ist.

Bei Willmannsdorf und Pombsen westlich von Jauer treten Lager von Rotheisensteinen im Thonschiefer auf, die auf den schlesischen und mährischen Eisenhütten Verwendung finden und in reineren Stücken über 60 $/_{00}$, in guter Durchschnittsbeschaffenheit 50 $/_{00}$ Eisen enthalten. Auf drei Gruben wurden 1873 schon 8,000,000 Kilos Erze gefördert.

*) Die Knollengrube producirte 1873 1,829,950 Kilos, eine andere Grube des Zellerfelder Amts, Georg Andreas am Polsterberg bei Clausthal 8,970,900 Kilos Rotheisenstein.

Die Beschaffenheit erhellt aus den nachstehenden Analysen, von denen 1) aus Percy-Weddings Eisenhüttenkunde; 2, 3, 4) aus der Preuss. Zeitschrift XXIII. S. 278 *B* entnommen sind, während 5) einer Privatmittheilung des Herrn Direktors Holz in Witkowitz zu verdanken war.

	SiO_2	FeO_3	Fe	AlO_3	MnO	CaO	BSO_4	P_2O_5	SO_3	Glühverlust	KaO NaO	MgO	Zn
1. Analyse eines reinen Stückes Dr. Ziurek (Wedding a. a. O. 337)	4,517	92,683	—	2,800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Analyse rein. Durchschnittsproben von traubenförmig strahligem Gefüge (Gleiwitzer Laboratorium) . . .	2,42	87,75	61,43	1,59	0,10	1,03	0,31	Sp.	0,29	7,29	—	—	—
3. Analyse unreiner Proben (Gleiwitzer Laboratorium)	45,79	20,67	14,47	15,59	Sp.	1,53	0,34	1,21	0,52	9,66	3,88	1,10	—
4. Analyse einer Probe von mittlerer Güte, ausgeführt von Prof. Dr. Finkener (Berliner Bergakademie)	12,59	69,57	48,69	5,07	—	0,28	3,27	—	—	—	—	—	—
5. Analyse von einer besseren Durchschnittsprobe (Witkowitzer Laboratorium) .	12,49	—	56,84	1,51	*Mn* 0,32	0,84 *MgO*	—	0,108	—	1,05	—	—	6,16

Für die Verhüttungsfrage dürften nur 4 und 5 Werth haben, da sie mittlere Verhältnisse angeben; man sieht daraus, dass die Erze etwas sauer sind und basischer Zuschläge bedürfen um Puddel- und Giessereiroheisen zu geben.

§ 67. Im übrigen Deutschland wären als Rotheisensteine noch die Transformationen oolithischer Eisenerze zu erwähnen. Erstere lassen sich besser im Anschluss an die Beschreibung jener Erze betrachten, aus denen sie durch locale Umänderungen hervorgegangen sind.

§ 68. Nur sparsam treten die Rotheisensteine in den österreichischen und ungarischen Landen auf. Die schon angezogene v. Hauer'sche Uebersicht führt nachstehende Fund- und Gewinnungspunkte für Böhmen und Mähren auf:

Stiwitz in Böhmen, südlich von Przibram, wo schmale Erzlager im Granit und in der Nähe von Hornblendegesteinen vorkommen;

Mährisch-Neustadt in Mähren, nordwestlich von Olmütz, woselbst ein Rotheisensteinlager mit Eisenkies gemengt, abgebaut wird, das im Choritschiefer auftritt;*)

Bräunelstein, ebenfalls in Mähren (siehe S. 15, Z. 6 v. u.);

Rokitzan, Pilsenetz, Horzowitz in Böhmen, südwestlich von Prag; wo in den Kieselschiefern der mittleren silurischen Grauwacke ein sehr ausgedehntes 1—4 Klft. mächtiges Lager von linsenförmigen Rotheisenstein auftritt, dessen Vorhandensein hauptsächlich die mittelböhmische Eisenindustrie begründet.

In späterer Zeit ist diese Lagerstätte nebst den übrigen silurischen Eisenlagern einer genaueren Untersuchung unterworfen worden in einer ausführlichen Studie von M. v. Lipold (Jahrbuch der k. k. geol. Reichs-Anstalt 1863. S. 339—448) der zu Folge die als Komorauer Schichten charakterisirten Tuffe hauptsächlich die linsenförmigen Rotheisensteine enthalten, während die tieferliegenden Krusnahora-Schichten keine Eisenerze enthalten und die höher nachgewiesenen Rokyczan- und Brda-Schichten meist Sphärosiderite und Brauneisensteine beherbergen.

Das gesammte Eisenerzvorkommen wird von M. v. Lipold nach sehr mässiger Annahme auf 250,000,000,000 Kilogr. berechnet, was, den Jahresverbrauch damals (1860) auf 250,000,000 Kilogr. angenommen, einen 1000jährigen Vorrath geben würde.

§ 69. Die Beschaffenheit dieser Erze ist durch verschiedene Analysen dargethan, die schon Lipold mittheilt und die hier folgen (Laboratorium der k. k. geol. Reichs-Anstalt):

	Sp. G.	Glühverlust meist H_2O	Rückstände	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$FeCO_3$	FeO_3	Fe	P_2O_5
Rotheisenstein von Krusnahora . . .	3,88	2,00	17,8	Sp.	1,0	—	77,8	54,5	0,2
„ vom Giftberge	3,56	6,00	22,4	4,2	5,1	—	60,4	42,2	0,3
Roth- und Brauneisenstein von Wostrai, braun-rothschiefrig, z. Th. in Braunerz verwandelt in Grünerdekörnern . . .	3,121	11,00	50,3	3,0	—	—	34,2	23,9	0,2

*) Wedding (Percy W. I. S. 372) theilt, ohne seine Quelle anzugeben, die drei folgenden Analysen mährischer Rotheisenerze mit:

	FeO_3	CaO	Rückstand
Rotheisenstein von Pinke b. Mährisch-Neustadt . .	82,5	—	17,0
„ „ Deutsch-Lodewitz	73,1	—	26,2
„ „ Polleritz b. Anssee (Schönberg) .	45,2	47,5	6,7

Eine etwas vollständigere Analyse des gewöhnlichen linsenförmigen Rotheisensteins von Krusnahora durch v. Auersbach ergab:

Fe	72,70
FeO_3	49,51
$FeCO_3$	16,78
$CaCO_3$	7,28
$MgCO_3$	1,17
AlO_3	8,71
SiO_2	15,57

Noch theilt Lipold eine Reihe Analysen von Erzen des Grubenbezirks Klabawa bei Rokyczan mit, welche z. Th. die grauen Sphärosiderite der Hangendpartie, z. Th. die Rotheisensteine des Liegenden betreffen. Sie werden hier ungetrennt wiedergegeben und dürften namentlich 2 und 4 Sphärosiderite vorstellen, während die übrigen Muster als Rotheisensteine gelten können.

	Glühverlust	Rückstand	AlO_3	$CaO + MgO$	P_2O_5	FeO_3	Fe
Antonizeche, Schachtbau	11,35	27,30	0,75	3,20	nicht nachweisbar	56,85	39,90
„ Tagbau	16,30	36,10	1,80	3,85		41,55	28,70
Johannizeche, Schachtbau	5,77	52,60	1,10	0,95		39,50	27,50
„ Tagbau	12,30	26,30	1,35	6,60		53,40	37,00
Jakobizeche, Schachtbau	11,35	18,20	1,95	6,05		61,75	47,70
„ Tagbau	10,35	25,30	7,70	1,60		54,50	39,90

§ 70. Eine weitere Reihe von Bestimmungen findet sich mitgetheilt in demselben Jahrgange der Jahrbücher (S. 149), wo nachstehende Angaben sich finden:

	FeO_3	Fe
Rotheisenstein vom Hrbinaberge bei Libecow	70,1	49,0
„ (linsenförmig) Michaelzeche zu Hrzedel	53,0	37,1
„ „ Richardzeche	60,2	42,2
„ „ Krusnahora	72,7	50,8
„ vom Trokopilager	77,7	56,8
„ „ Giftberg	34,5	38,7
„ (linsenförmig) Wostrai b. Komorau	70,1	49,0
„ „ Kvain b. St. Benigna	54,4	38,0
„ vom Straschitz b. Benigna	35,3	24,7
„ „ Studenyberg b. Dobrziv	63,1	44,1
„ „ Studenyberg	67,8	47,4
„ (linsenförmig) vom Skalkaberg b. Mnisek	65,2	45,6
„ (gewöhnlich) „ Skalkaberg	72,4	50,6

Neben den Rotheisensteinen, die in der Tiefe liegend, Umwandlungen der darüber befindlichen Sphärosiderite unzweifelhaft vorstellen und neben den die ausgehenden Partieen charakterisirenden Braun- und Gelbeisensteinen sind die Schwarzeisensteine eine interessante Zwischenformation. Sie enthalten neben Eisenoxydul auch Eisenoxyd und Kohlensäure und dürften dem als magnetisches Erz beschriebenen schwarzen Vorkommen zu Rosedale, Yorkshire entsprechen. Sie werden bei dem Sphärosiderit behandelt werden.

§ 71. Sonstige Bergbaue auf Rotheisensteine sind (v. Hauer a. a. O.): Pitten und Scheiblingkirchen bei Neunkirchen, wo in den höheren Horizonten vorwaltend Rotheisensteine, in den tieferen dagegen Spatheisenstein, Magneteisenstein und Schwefelkies auftreten. Beide Lagerstätten finden sich im Gneisse, der als Hangendes Kalkstein und als Liegendes Glimmerschiefer hat.

Das Ganze dürfte die östlichste und bereits metamorphosirte Partie des am Göstritzkogel bei Gloggnitz beginnenden und bei Schwaz in Tyrol endigenden grösstentheils aus Eisenspath bestehenden Eisenerz-Lagerstättenzuges sein, der den Nordrand der Alpen auszeichnet und besonders den Ruf Steyermarks begründet.

Eine andere Reihe von Erzvorkommnissen finden sich an den Abhängen des österr. Schneeberges, deren Analysen in dem Jahrbuch der k. k. geol. Reichs-Anstalt 1858. S. 504 u. ff. mitgetheilt sind.

Dieselben gaben folgende Resultate:

	Verluste	H_2O	CO_2	FeO_3	Fe	SiO_2	$CaCO_3$
Eisenschüssiger Kieselschiefer in Rotheisenstein übergehend, Bürg b. Ternitz	2,00 (Verluste + H_2O)		—	16,70	11,69	81,30	—
Rotheisenstein, Bürg b. Ternitz	2,50 (Verluste + H_2O)		—	43,80	30,66	53,70	—
Rotheisenstein, Ternitz	0,75	2,45	—	37,10	—	58,40	—
Rotheisenstein, Pulver, blauroth, Than b. Ternitz	(Sp. Mn) —	—	—	(Sp. AlO_3) 35,60	24,9	47,40	17,00
Rotheisenstein, ähnlich, Than b. Ternitz	6,32 (Verluste + H_2O + CO_2)			43,30	30,3	25,20	(Sp. Mg) 22,30
Rotheisenstein, blaugrau, Than b. Ternitz	0,30 (Verluste + H_2O)		—	(MnO) 2,88 67,40	47,18	32,30	—
Eisenhaltiges Nebengestein, blaugrau hart, Than b. Ternitz	10,67 (Sp. org.) (Verluste + H_2O + CO_2)			18,40	12,88	34,30	27,90
Eisenglimmerblätter aus dem tauben Gestein von Ternitz	2,10 (Verluste + H_2O)		—	(MnO) 7,98 44,90	31,43	20,80 (AlO_3) 1,00	0,75 $MgCO^3$ 20,60 10,60 $MgCO^3$

Man hat es hierbei entschieden mit eben solchen Metamorphosen zu thun, wie bei den Erzen von Pitten, da im Zusammenhang mit den Ternitzer Lagern b. Prügglitz ein Spateisensteinvorkommen aufgefunden ist, über dessen Beschaffenheit eine Reihe Analysen Aufschluss gibt, die ebenfalls mitgetheilt werden sollen (siehe unter Spatheisenstein).

§ 72. Noch erwähnt die Hauer'sche Uebersicht (S. 86) des Rotheisensteinvorkommens zu Rezni Hrib in Krain und zu Hrasten, welches in der Uebergangsformation stock- und gangförmig auftritt und ausgebeutet wird, sowie zu Pontafel und Waidisch in Kärnthen, wo das Erz auf Klüften im Alpenkalke auftritt.

Auch ein basaltisches Vorkommen macht v. Hauer (a. a. O. S. 92) namhaft, das im Melaphyr von Besagno in Tyrol auftritt und 39—45 $/_{00}$ Eisen enthält.

In der Gosauformation finden sich bei Dreistätten in Niederösterreich, südwestlich von Piesting rothe Thoneisensteine, die in Pitten verschmolzen werden und nachstehende Zusammensetzung haben:

FeO_3	24,2
CaO	13,0
Rückstände	50,75 (Wedding-Percy a. a. O. S. 372).

Bei Porzoritta in der Bukowina und bei Pojana rotunda in der Nähe von Kimpolung werden Rotheisensteine mit 20 $/_{00}$ Durchschnittsgehalt, die über dem Glimmerschiefer in einer rothen Quarzbreccie und einem gefleckten Trümmerkalke lagern, abgebaut.

In neuester Zeit wird speciell eine Rotheisensteingrube zu Pareu Kailor 16 Km. nordwestlich von Porzoritta in Betrieb erhalten, deren Produkt nach einer Analyse von C. Gross

H_2O	7,40
FeO_3	44,30
SiO^2	33,00
AlO_3	5,90
CaO	9,00

enthielt (Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt 1876. S. 424).

Auch in der Nähe von Zakopana im Tatragebirge treten in sekundärem Kalke Rotheisensteine auf, die an Ort und Stelle verschmolzen werden.

§ 73. Die Rotheisensteine der ungarischen Monarchie finden sich nicht als selbstständige Lagerstätten, sondern treten theils als Umwandlungen der Spatheisensteine, theils als Umwandlungen der Braun- und Magneteisensteine auf, welche die Haupterzlagerstätten ausmachen.

Im Bereich des später zu charakterisirenden nordungarischen Spatheisensteinvorkommens treten z. B. reine von Kerpely als Hämatite bezeichnete Erze auf, die sich mit den gleichartigen Vorkommnissen des Siegerlandes wohl vergleichen lassen.

In dem schon früher erwähnten Tabellenwerk v. Kerpely's sind vier Analysen solcher Erze mitgetheilt, die weiter unten folgen.

Daran reihen sich die Uebergänge von Brauneisenstein und Spatheisenstein, wie sie gleichfalls im Revier des oberungarischen Erzlagerstättenzuges sich vorfinden.

Die siebenbürgischen und südungarischen Bezirke zeigen ebenfalls derartige Mischerze, welche besonders im Bezirk von Gyalàr und von Morawitza wichtig werden.

§ 74. Die Zusammensetzung erhellt aus nachstehender Tabelle:

	H_2O	CO^2	Verl.	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	SO^3	P_2O_5	
I. Nordungarische Erze.														
a) Hämatite.														
Dernö Kishegy, Gömör	—	0,777	—	96,555	67,59	Sp.	Sp.	1,505	0,451	0,614	—	0,094	Sp. v. As und Cu	Kerpely's Zusammenstellung Nr. 234—237 (S. 38—39).
Schürfung b. Nandrász, Gömör	—	1,210	—	96,101	67,27	0,733	0,510	0,563	1,200	0,200	—	—		
Deterjeser Terrain, Gömör	—	10,087	—	80,636	56,448	Sp.	Sp.	4,666	3,802	0,576	0,162	0,061		
Altwasser, Zips	—	0,78 0,45 CO^2	—	96,44	67,23	0,70	0,48	0,99 Rückst.	—	0,52	0,08	0,04		
b) Uebergänge in Brauneisenstein.														
Emma-Grube, Rákosberg, Gömör	6,45	—	—	81,15	56,83	1,49	0,89	8,25	2,10	0,39	Sp.	Sp.	Sp.	Kerpely's Zusammenstellung Nr. 195—197 (S. 34—35).
Rudobanya, Borsod	—	9,10	—	84,01	58,81	2,01	1,21	3,00	0,14	1,20	0,46	Sp. Cu	0,27	
Unter-Telekes „	—	7,131	—	61,346	42,89	2,942	2,048	25,100	0,551	0,264	0,285	0,083 0,964 $(KaNa)_2O$	0,002	
c) Uebergänge in Magneteisenstein.														
Dolinka, Borsod	—	—	—	80,39 8,40 FeO	62,81	Mn_3O_4 0,13	0,07	6,10	1,04	1,40	1,54	0,17	0,83	ibid. Nr. 256 (S. 40—41).
II. Mittelungarische und Siebenbürgische Erze.														
a) Uebergänge in Brauneisenstein.														
Muniasza Restirata-Arad.	—	9,75	—	81,33	57,00	—	—	6,46	nicht best.		—	Sp.	—	ibid. Nr. 200 (S. 34—35).
Gyalár Tagebau II. u. III. Et. Hunyad	—	7,64	—	86,36	59,88	—	—	4,04	0,28	—	1,68	—	—	Kerpely's Zusammenstellung Nr. 201—206 (S. 34—35).
„ „ I. Etage „	—	6,76	—	83,00	57,55	—	—	10,00	—	—	0,24	—	—	
„ „ „ „	—	8,76	—	77,89	54,01	—	—	12,82	—	—	0,53	—	—	
„ Grube, Hunyad	4,00	1,12	—	75,24	52,70	7,00	4,20	6,09	4,00	1,50	0,56	—	0,49	
„ „ „	4,12	1,35	—	74,21	51,90	5,06	3,04	7,15	3,50	1,75	0,84	—	2,02	
„ Tagebau, durchschn., Hunyad		4,211		73,507	51,158	4,578	3,188	14,255	0,923	1,525	0,801	0,090	0,038	
Torotzko, Torda		8,734		76,772	53,686	10,017	7,087	0,978	1,886	0,566	0,892	0,155	—	ibid. Nr. 239 (S. 38—39).
III. Banater Erze.														
a) Uebergänge in Magneteisenstein.														
Eisenglanz von Alfred-Grube bei Moravitza, Kraschó		0,264		68,426 10,715 FeO	56,232	—	—	19,947	0,541	0,076	0,017	CuO 0,014	—	Nr. 245
Eisenglimmer von Alfred-Grube bei Moravitza, Kraschó		—		74,426 12,906 FeO	62,136	—	—	12,920	—	Sp.	—	CuO 0,016	—	„ 240
Erz von Alfred-Grube, Kraschó		0,40		65,74 8,95 FeO	52,98	Mn_3O_4 0,66	0,47	22,20	1,00	1,05	—	Sp. CuO	—	„ 246
Tilfa zapului, Kraschó		1,87		77,81 9,11 FeO	61,56	0,40	0,29	6,40	2,50	1,65	Sp.	0,15	0,11	„ 241
„ geröstet, Kraschó		0,30		74,38 10,46 FeO	60,24	0,70	0,50	9,65	2,14	2,15	Sp.	0,07	0,15	„ 242
Peter Paul-Gr., Dognaczka, Kraschó		1,620		76,751 5,739 FeO	57,543	1,506	1,084	11,653	3,039	Sp.	0,116	Sp.	—	„ 243
„ geröstet, „		1,847		74,167 6,300 FeO	56,811	1,143	0,822	7,667	5,199	1,506	0,591	0,39 S	—	„ 244
Carolus-Grube, Moravitza, „		0,36		52,64 22,49 FeO	54,34	0,49	0,25	12,55	2,67	6,78	1,92	Sp.	0,12	„ 247
„ geröstet, „		1,45		54,26 19,38 FeO	53,04	0,49	0,25	12,70	2,86	7,43	1,04	Sp.	0,12	„ 248
Paulus-Grube, Moravitza, „		1,74		66,60 9,00 FeO	53,62	1,80	1,29	15,48	3,70	1,15	0,40	Sp.	0,10	„ 249
„ geröstet, „		0,23		69,45 13,00 FeO	58,73	1,32	0,95	9,94	3,48	1,65	0,50	0,30	0,10	„ 250
Theresia-Grube, Moravitza, „		3,50		47,60 21,83 FeO	50,30	1,30	0,93	14,35	1,70	7,40	2,30	0,10	0,07	„ 251
„ geröstet, „		3,30		47,66 17,76 FeO	44,84	1,30	0,93	17,15	2,82	11,10	2,08	0,06	0,07	„ 252
Franciscus-Grube, Moravitza, „		2,63		55,27 12,64 FeO	48,52	3,16	2,27	19,10	4,58	1,40	1,04	Sp.	0,18	„ 253
„ geröstet, „		0,83		55,96 13,89 FeO	49,97	2,27	1,63	20,60	3,60	1,76	0,90	Sp.	0,14	„ 254
Tagebau Krivan, Moravitza „		1,18		52,73 1,38 FeO	37,98	0,59	0,42	41,54	1,45	1,13	—	—	Sp.	„ 255
b) Uebergänge in Brauneisenstein.														
Paulus-Grube, Moravitza, Kraschó		4,58		79,39 1,93 FeO	57,07	Mn_3O_4 2,25	1,62	7,60	0,45	3,80	—	—	Sp.	Nr. 198
Lunkany, Kraschó		8,76		53,40	37,38	MnO_3 7,05	4,23	20,03	8,62	1,42	0,72	—	—	„ 199

(Nr. 240—255: Kerpely's Zusammenstellung (S. 40—41). Nr. 198—199: do.)

§ 75. Die französischen Länder sind ebensowenig besonders reich an Rotheisenerzen wie an Magneteisensteinen. Doch haben einzelne Lagerstätten zu einer ausgiebigeren Benutzung und zur Anlage grösserer Hüttenwerke geführt.

Abgesehen von einem wenig bedeutenden Vorkommen in dem Uebergangsgebirge der Bretagne, welches zu Laroche-Bernard, untere Loire ausgebeutet wird, und dem bekannteren Eisenglanzgange zu Framont in den Vogesen, sowie dem ähnlichen Vorkommen zu Saulnot (obere Saone) ist es nur das Auftreten oolithischer und dichter sowie glasköpfiger Rotheisensteine bei Privas und Lavoulte im Ardeche-Departement, das grössere Dimensionen annimmt, noch heute in nennenswerther Art zur Eisenproduktion Frankreichs beiträgt.

Das Erz von Lavoulte liegt zwischen dem unteren Oolith und, dem oberen Lias zugerechneten Mergeln; seine Beschaffenheit ist theils derb und muschlig mit achatartiger (schaliger) Textur, theils schiefrig und selbst oolithisch. Es enthält auch Spuren von Schwefel und von Phosphor, bildet aber doch ein sehr schätzbares Material, dem die alte Hüttengesellschaft Lavoulte (jetzt Terrenoire, Lavoulte und Besseges) später auch noch die Gesellschaft der Horme ihre Existenz und Blüthe zu verdanken hatten und noch haben.

Jordan in seinem 1878 vor dem Iron- und Steel-Institute gehaltenen Vortrag, gibt die Produktion 1873 auf 260,000,000 Kilos an, welcher Stand seither beibehalten worden sein soll.

In der Umgebung des Hüttenwerks Decazeville im Aveyron-Departement wird für den Lokalbedarf ein rother Hämatit des unteren Lias von geringer Mächtigkeit, doch grosser Reinheit (mit schon 40 $/_{00}$ Roheisen) ausgebeutet.

In den Pyrenäen treten, ohne besondere Lagerstätten zu bilden, eine Reihe von Rotheisensteinen neben den dort massenhaft vorkommenden Brauneisensteinen und Spatheisensteinen auf, doch sind sie von geringer Bedeutung.

§ 76. Die folgende Zusammenstellung gibt eine Reihe älterer und neuerer Analysen:

	H_2O CO^2	FeO_3	MnO_3	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	P	
1. Eisenglimmer von Laroche Bernard	—	58,00	—	42,00	—	—	—	—	Berthier.
2. Rotheisenstein von der Mosel*)	—	99,00	0,40	—	0,40 (Thon)	—	—	—	Berthier.
3. „ „ Framont	2,00	94,00	2,00	2,00	—	—	—	—	Daubuisson.
4. „ „ Saulnot	4,00	65,00	5,00	14,00 (Gangart)	0,80	13,80 (Carbonate)	Sp.	—	Thirria & Ebelmen.
5. „ „ Lavoulte	2,80	66,00	2,50	16,80	2,00	4,40 (Carbonate)	3,70	—	Berthier.
6. „ (schalig)	—	79,21	Sp.	10,50	2,26	1,22	—	0,049	mitgetheilt von S. Jordan.
7. „ (dicht)	—	65,34	1,00	16,75	3,75	2,07	—	0,215	mitgetheilt von S. Jordan.
8. „ (schiefrig)	—	58,16	Sp.	10,90	7,10	10,35	—	0,325	mitgetheilt von S. Jordan.
9. „ Thostes, Cote d'or	4,60	76,60	—	12,50 (Gangart)	5,50	—	—	Sp.	Rivot.

§ 77. Die Küstenländer des Mittelmeeres weisen sowohl auf der europäischen als auf der afrikanischen Seite bedeutende Lagerstätten von Rotheisenstein auf, die in der neueren Industrie von allgemeiner Wichtigkeit geworden sind.

Direkt an das Mittelmeer grenzen ausser den algierischen Erzbezirken, von denen bereits bei der vorigen Erzgruppe die Rede war, die italienischen und spanischen Lagerstätten von Rotheisensteinen.

Unter den ersteren ist das Lager von Elba das Wichtigste, das schon im Alterthum ausgedehnte Berücksichtigung erfuhr und, nachdem es lange Zeit nur an die toskanischen Hochöfen das Material abgegeben, seit Aufsuchen geeigneter Materialien für den Bessemerprocess in den Kreis der Handels-Exporterze getreten ist. Man findet es jetzt sowohl in Südfrankreich, als namentlich in England und am Niederrhein.

§ 78. Diese mineralogisch, wie geognostisch höchst interessante Lagerstätte hat ausführliche Beschreibung gefunden; darunter ist die vom Rath in Bonn (Zeitschr. der deutschen geol. Gesellschaft 1870. Bd. 22) die neueste, welcher das Folgende entnommen ist.

Obwohl es nach dem genannten Berichterstatter nicht leicht ist, die wahre Lagerung des Eisenerzes bei Rio marina (wo der Hauptgewinnungspunkt liegt) zu ermitteln, da die Contaktstellen des Erzes mit den umgebenden Gesteinen durch den Haldensturz von Jahrtausenden überdeckt sind, so unterliegt doch keinem Zweifel, dass die Eisenerzmasse im Allgemeinen dem Quarz und Schiefer auf- und eingelagert ist und vom Kalkstein bedeckt wird. Eine Auflagerung schichtähnlicher Massen von

*) Dieses Erz, eine stark metamorphosirte Minette ohne Zweifel, ist wie Letztere aus dem Gebiet des braunen Jura.

Rotheisen über dem zersetzten Chloritschiefer beobachtet man in einer neuangelegten Grube Vigneria (1/2 km nördlich von Rio), während in den alten Gruben (nur Tagebaue) die wahre Lagerung nirgend deutlich hervortritt.

Dieser Schiefer, im unzersetzten Zustand durch vom Rath untersucht, enthielt u. A. 24,01 *FeO* und ist vielleicht das Urmagazin des Eisens, aus dem durch Verwitterung und Transport sich die Brauneisenerze und dann die Rotheisensteine gebildet haben. An die Ansichten Salvis und Fr. Hofmanns, welche Durchbrüche und Massensublimationen als die Ursachen des Erzvorkommens betrachten, wird heute wohl Niemand sich anschliessen, der das Vorkommen der Eisenverbindungen in der Natur nur etwas beobachtet hat. Die Erzmasse zu Rio ist linsenförmig, 1500 m lang, 500 m breit und bis 200 m hoch.

Eine andere elbanische Lagerstätte nördlich von der eben erwähnten ist die von Rio Albano, wo in eine Felswand von Talkquarzit, aus dem Meer aufsteigend, eine unförmliche Eisenglanzmasse dringt, aus der fuss- und handbreite Eisenadern entspringen und, sich verschmälernd, in unendlicher Zertheilung zur Höhe hinaufziehen.

Eine dritte Lagerstätte ist die zu Terra nera, wo das Vorkommen dem vorgenannten ähnlich ist. Quarzitischer Talkschiefer wird von zahlreichen Gängen und Schnüren des reinsten Eisenglanzes durchsetzt und obenauf liegt über dem Schiefer eine unregelmässig begrenzte grössere Eisenglanzmasse mit der sich jene Gänge etc. verbinden. Dieses Erzvorkommen ist das weniger bedeutende von den dreien, liefert aber die reinsten Erze.

Analysen des Elbaner Glanzes, wie er zur Verhüttung gelangt, sind neuerdings mehrfach bekannt geworden. Einige zuverlässigere folgen:

	H_2O CO^2	FeO_3	MnO_3	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	S	P
Aktiengesellschaft Phönix 1873 .	1,830	88,30	0,070	5,970	3,470	0,220	0,34	0,17	0,008
Hörder, Berg- und Hütten-Verein 1880	—	90,45	Sp.	5,20	1,58	0,120	Sp.	0,01	0,01

Die Verwendung des Elbaner Glanzes ist in Deutschland nur möglich, wenn günstige Transportgelegenheiten sich finden; so hat z. B. die Firma F. Krupp-Essen gelegentlich von Schienenlieferungen nach Italien grössere Mengen Elbaner Glanze als Rücktransporte eingeführt.

Ein im Uebergang von Rotheisenstein zu Brauneisenstein befindliches Erz von Elba enthielt nach d'Aubuisson

FeO_3	83 /oo
H_2O	12 /oo
MnO_3	Sp.
SiO_2	5 /oo (Karsten's Eisenhüttenk. II. 38).

§ 79. Ausser auf Elba treten in Italien noch an einigen anderen Stellen gute und reiche Rotheisensteine auf, so z. B. im Toskanischen Festland (Corsinella bei Stazzema im Liasmarmor) und in den Piemontesischen Alpen (Traversella und Cogne im Syenit), doch verschwindet ihre Bedeutung gegenüber der in günstigster Lage befindlichen Situation der Elbaner Lagerstätte.

Rivot hat (Docimasie III. S. 429) ein sardinisches Rotheisenerz untersucht, welches 98,90 /oo FeO_3 und nur 1,10 /oo Quarz enthielt.

§ 80. Die bereits bei den Magneteisensteinen als erzführend hervorgehobene Nordküste von Afrika birgt eine grosse Masse von Rotheisensteinen, zu welchen auch der grösste Theil der Moktaerze selbst gehört, da sie ja nur geringe Antheile von Eisenoxyduloxyd nachweisen lassen. Besonders reich davon, wie auch an Uebergängen in Brauneisenstein sind die Bezirke zwischen Djidgelli und Bugia, sowie die Erzlagergruppe von Milianah (cf. den Tappe'schen Bericht Berg- und Hütten-Zeitung 1877. S. 433 u. ff.).

In ersterer Gegend wird ein 7 m dickes, 2 km langes Hämatitlager von Tadergont als noch unbenutzt erwähnt; ein anderes bedeutendes Hämatitlager soll sich 15 km von Bugia in Nummulitenkalk vorfinden. In der zweiten Lagergruppe befindet sich ausser der grossen Brauneisensteingrube Soumah Tafna, die auf einem 4 km langen Vorkommen baut noch die Grube Messelmoun Cherchen der englischen Hüttengesellschaft Wigan gehörend und von dieser zur Bessemermarke „Messelmoun" ausschliesslich verarbeitet. Ferner liegen in dieser Gegend die Hämatitgrube Gourayaz der Gesellschaft Chatillon und Commentry und einige andere weniger bedeutende.

Westlich von Oran liegen die Rotheisensteingruben Houaria, Sidi Saf, Beni Saf und Mersa Hamed von welchen die beiden Letzteren der Soumah Tafna gehören.

§ 81. Die nachstehende Reihe von Analysen zeigt am Besten den hohen Werth, den diese Erze für die Industrie haben.

	Erze des Departements Constantine:	Glühverluste H_2O CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	SO^3	S	P_2O_5	P	TiO_2	
1.	Grube Mokta et Hadid (Gemeinde Aïn Mokhra) . .	3,00	94,00	65,80	2,20	1,58	0,30		—	—	0,10	—	—	—	—	Mitgetheilt von Kupelwieser, Oesterr. Ausstellungsbericht 1878. S. 9.
2.	„ „ . .	3,00	88,00	61,60	2,00	1,44	6,20		—	—	0,40	—	—	—	—	
3.	„ „ . .	2,00	95,00	66,50	1,29	0,93	1,33		—	—	0,33	—	Sp.	—	—	
4.	„ „ . .	2,00	97,00	67,90	Sp.	Sp.	0,66		—	—	0,33	—	—	—	—	
5.	„ „ . .	1,00	97,60	68,32	0,35	0,25	0,33		—	—	0,33	—	—	—	—	
6.	„ „ . .	3,00	85,60	59,92	6,00	4,32	5,00		—	—	0,20	—	—	—	—	
7.	„ „ . .	2,00	89,88	62,92	6,40	4,61	1,33		—	—	0,20	—	—	—	—	
8.	„ „ . .	1,60	90,70	63,49	3,30	2,37	0,40		—	—	0,20	—	Sp.	—	—	
9.	„ „ . .	5,00	88,50	61,95	3,30	2,37	2,60		—	—	0,50	—	Sp.	—	—	
10.	„ „ . .	3,00	92,00	64,40	1,60	1,15	3,00		—	—	0,30	—	Sp.	—	—	
11.	Export. Moktaerz (Hörde) . .	—	—	62,97	—	1,78	2,65	3,00	0,70	Sp.	—	0,01	—	0,01	—	Privatmittheilungen der Generaldirektionen.
12.	„ „ (Dortm. Union)	2,23	89,34	62,54	Mn_3O_4 2,68	1,93	3,80	1,71	—	0,50	—	0,02	0,10	0,044	Cu 0,07	
13	„ „ (Phönix) . .	—	—	60,07	—	2,12	4,68	3,954	0,63	0,06	—	0,00	—	0,02	Cu 0,04	Dürre, Bericht über die Wiener Ausstellg. S. 90.
14.	„ „ Terrenoire . .	—	—	58,00	—	2,20	8,50	0,48	—	—	—	—	—	Sp.	—	
15.	„ „ „ . .	—	—	65,85	—	1,08	2,00	Sp.	—	—	—	—	—	Sp.	—	Pariser Ausstellung 1878.
16.	Philippeville	10,67	71,00	49,70	—	—	15,67		2,00	—	0,60	—	Sp.	—	—	Analysirt im Laboratorium der Pariser Bergschule. — Mitgetheilt von Kupelwieser, Oesterr. Ausstellungsbericht S. 10 u. 11.
17.	„	5,00	29,67	20,77	—	—	63,33		1,67	—	Sp.	—	—	—	—	
18.	Filfilla . . .	11,30	73,00	51,10	—	—	9,60	5,50	—	—	0,09	—	0,11	—	—	
19.	„ . . .	—	94,00	65,80	—	—	5,30	—	—	—	0,06	—	—	—	0,20	
20.	„ . . .	5,00	90,30	63,21	—	—	3,00	0,60	0,30	0,20	Sp.	—	0,12	—	0,20	
21.	Stora	0,33	64,00	44,80	—	—	35,33		Sp.	—	—	—	Sp.	—	—	
22.	Aïn Mazouan	—	97,00	67,90	—	—	2,60	—	0,20	0,15	—	—	0,05	—	Sp.	
23.	Oued Kave .	1,60	94,60	66,22	—	—	2,60	—	0,60	0,30	—	—	Sp.	—	0,20	
24.	„ .	—	98,80	69,16	—	—	0,80	—	—	—	—	—	0,06	—	—	
25.	Djijelli . . .	10,66	60,00	63,00	—	—	21,00	6,99	—	—	0,50	—	0,08	—	—	
26.	„ . . .	15,23	76,88	53,82	Sp.	Sp.	4,66	2,67	—	—	0,11	—	Sp.	—	—	
27.	Beni Fourhall	12,30	53,00	37,10	—	—	24,00	10,00	—	—	0,05	—	0,14	—	—	
28.	Aïn Sedma .	1,60	91,00	63,70	—	—	5,30	—	1,00	0,60	—	—	0,15	—	Sp.	
29.	„ . .	—	96,60	67,62	Sp.	Sp.	2,60	—	0,20	—	—	—	Sp.	—	—	
30.	„ . .	—	98,00	68,60	Sp.	Sp.	2,00	—	—	—	—	—	0,05	—	—	
31.	„ . .	—	93,60	65,52	—	—	5,60	—	—	—	—	—	0,04	—	—	
32.	Arondissement Guelma . . .	3,60	86,60	60,62	4,00	2,8	2,00	1,00	2,60	Sp.	—	—	0,06	—	—	
33.	„ „ . . .	15,30	62,60	43,82	6,00	4,2	2,40	—	13,30	0,30	—	—	0,10	—	—	
34.	„ „ . . .	28,60	31,60	22,12	1,30	0,91	4,30	1,20	32,30	0,30	—	—	0,12	—	—	
35.	„ Sétif (Aïn Turba) . .	11,50	61,50	42,05	—	—	26,00		—	—	0,50	—	Sp.	—	—	
36.	„ „ (Bathna) . . .	9,00	68,80	48,16	—	—	21,00		1,00	—	—	—	Sp.	—	—	
37.	„ „ (Cercle de Bougie)	1,20	65,70	45,99	—	—	33,00		—	—	—	—	0,06	—	—	
38.	„ „ „ „ „	2,60	94,60	66,22	—	—	2,00		—	—	0,10	—	0,20	—	—	

	Erze des Departements Algier:	Glühverluste H_2O CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	SO^3	S	P_2O_5	P	Andere Bestandtheile	
1.	Bouza Réah	5,00	85,06	59,5	—	—	6,00	3,60	—	—	Sp.	—	0,12	—	—	Kupelwieser's Bericht S. 13.
2.	Tenés	11,00	74,00	51,8	3,30	2,38	4,00	1,40	Sp.	Sp.	1,40	—	Sp.	—	4,84 Cu	
3.	„	5,60	88,60	62,02	1,90	1,37	3,20	Sp.	0,10	0,30	0,27	—	Sp.	—	0,06 Cu $BaSO_4$	
4.	Stamm der Beni-Akil . . .	12,66	73,50	51,45	5,38	3,87	3,66	2,00	Sp.	2,00	0,30	—	0,15	—	—	
5.	„ „ „ . . .	12,00	79,14	55,39	4,60	3,31	2,00	—	0,66	0,66	0,76	—	0,15	—	—	
6.	„ „ „ . . .	14,00	63,72	44,60	1,77	1,27	11,06	6,06	0,33	2,00	Sp.	—	0,48	—	—	
7.	Boufarik (Eigenthum der Soumah Tafna Co.) . . .	8,50	88,30	61,81	—	—	2,00		1,00	Sp.	0,10	—	0,03	—	—	
8.	Beni Ouich	0,66	96,39	67,48	—	—	1,90		—	—	0,20	—	0,06	—	—	
9.	Oued Arbill	9,00	90,00	63,00	—	—	0,20	—	—	—	0,30	—	0,20	—	—	
10.	„ „	16,00	79,30	55,51	—	—	3,00	1,30	—	—	0,10	—	0,25	—	—	
11.	„ „	3,60	88,30	61,81	—	—	5,00	—	2,00	0,30	0,15	—	0,20	—	—	
12.	Oued Messelmoun (Eigenthum der Kirkless Hall Co.) . .	14,00	71,60	50,12	1,00	0,72	1,00	—	10,83	1,20	0,08	—	0,12	—	0,15 Cu	
13.	Oued Messelmoun	7,00	88,90	62,23	2,00	1,44	1,60	—	—	—	Sp.	—	0,24	—	—	
14.	Médéa	5,00	63,00	44,10	—	—	28,60	—	3,00	—	0,30	—	—	—	—	
15.	Oued Anacar	10,60	80,00	56,00	2,00	1,44	6,00	Sp.	0,20	0,30	0,02	—	0,16	—	0,50 $BaSO_4$	
16.	Oued Rehan	8,00	87,80	61,39	Sp.	Sp.	3,00	—	0,20	0,60	0,32	—	0,10	—	—	
17.	Oued Messelmoun (Analyse der Kirkless Hall Co.) . .	9,70	81,43	56,00	MnO 1,20	—	4,72	2,35	$CaCO_3$ 0,71	—	Sp.	—	—	—	—	Angabe der Wigan Coal & Iron Co. auf der Paris. Ausstellg.

Erze des Departements Oran:		Glühverluste H_2O CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	P_2O_5	
	Analysen												**Quelle**
1. Umgebung von Oran . . .	Analysen der Pariser Bergschule.	15,52	61,38	42,97	5,28	3,80	1,00		15,60	0,30	0,48	Sp.	Mitgetheilt von Kupelwieser, Pariser Ausstellungsbericht S. 12.
2. (z. Th. Tafnaerze) von Oran		9,85	76,46	53,62	5,14	3,70	1,30		5,66	0,50	0,45	Sp.	
3. „ „ „ „		17,00	63,00	44,10	—	—	2,00	—	—	—	Sp.	—	
4. „ „ „ „		12,30	64,72	45,30	7,58	5,46	0,60		7,58	Sp.	0,70	0,20	
5. „ „ „ „		8,00	87,10	60,97	0,10	0,07	1,00		0,10	0,20	Sp.	Sp.	
6. „ „ „ „		1,00	91,50	64,05	—	—	7,00		—	—	0,50	—	
7. Cap Ferrat		18,60	60,60	42,42	0,40	0,29	2,60	Sp.	0,40	3,60	2,49	0,10	
8. Traras		11,40	80,38	56,26	3,40	2,45	2,60	Sp.	3,40	—	0,12	Sp.	
9. Mont Saboul		10,60	57,00	39,90	3,30	2,38	28,60		3,30	—	—	0,16	
10. „ „		6,66	91,34	63,94	Sp.	Sp.	2,00		Sp.	—	—	—	
11. Djebel-el-Hadid, Eisenberg		21,30	57,10	39,97	Sp.	Sp.	2,60		Sp.	3,60	Sp.	0,10	
12. „ „ „		15,30	72,30	50,61	—	—	4,30		—	6,60	0,10	0,20	
13. Aïn Temouschem		9,00	81,90	57,33	3,60	2,59	2,00		3,60	0,20	0,08	Sp.	
14. „ „		11,00	77,00	53,90	4,40	3,09	2,00		4,40	0,50	0,09	Sp.	
15. Oued Madagré, Camérata		0,60	95,00	66,50	0,10	0,07	5,00	Sp.	0,10	0,60	0,28	0,06	
16. „ „ „		6,60	87,60	61,32	—	—	4,00	0,60	—	0,60	0,07	0,05	
17. Export. Tafnaerz	Analysen der Dortm. Union	5,68	84,57	59,21	(Mn_3O_4) 2,81	2,03	1,56	1,66	4,02	—	—	0,07	Privatmittheilg. der General-direktion.
18. „ Mataerz		12,11	77,30	54,11	2,87	2,07	6,00	1,34	—	0,15	—	0,042	
19. „ Tafnaerz, Hörde . .		6,20	—	59,44	—	1,53	3,10		3,57	Sp.	—	0,04	
20. „ „ Terrenoire		—	—	58,00	—	2,52	3,00	Sp.	3,00	—	(S) 0,12	(P) 0,04	Pariser Ausstellung.

§ 82. Unter den Eisenerzen der Mittelländischen Bezirke nehmen die spanischen Erze wohl den nächsten Platz ein, wenn auch ihr Hauptvorkommen nicht gerade an der Mittelmeerküste, sondern an der Küste des Atlantischen Meeres sich findet.

An der Mittelmeerküste finden sich nur in der Sierra de Cartagena eine Reihe von Eisenerzvorkommen, welche als Contaktlagerstätte zwischen Kalk und Schiefer zu bezeichnen sind und mit Galmeilagerstätten gemeinschaftlich auftreten. Diese Erze sind meist manganreich und im Uebrigen nicht besonders gleichmässig, so dass sie nur als Zuschlagserze verwendet und namentlich nach England und Belgien expedirt werden.

Weit bedeutender und wichtiger sind die Lagerstätten der Provinzen Asturia und besonders Vizcaya.

In ersterer Provinz liegen die durch das Haus Guilhou schon 1873 in Wien, noch besser 1878 in Paris zur allgemeineren Kenntniss und Würdigung gebrachten Eisenerzvorkommen, welche, ein in Spanien besonders seltener Fall, in Verbindung mit Steinkohlen oder doch in deren Nähe auftreten.

Man unterscheidet wesentlich zwei Arten des Vorkommens:

a) einen in Flötzen oder Lagern auftretenden oolithischen Hämatit, welcher von Guilhou selbst mit dem belgischen Oolith verglichen wird, und vermuthlich in einer gleichen Beziehung zu dem Steinkohlengebirge steht, welches den asturischen Theil der cantabrischen Kette bildet und bei Mieres südlich von Oviedo produktiv wird;

b) einen in Nestern, bolsadas, auftretenden sehr reichen Hämatit, dessen zufälliges und desshalb sparsameres Vorkommen indessen der Grund ist, warum dieses Erz nicht zum Hochofenbetrieb verbraucht, sondern zum Auskleiden der Puddelöfen aufgespart wird

Von dem Erz *a* sind 1877 24,150,000 Kilos, von dem Erz *b* dagegen nur 1,572,000 Kilos verbraucht worden.

§ 83. Die Beschaffenheit der beiden Erzsorten erhellt aus den nachstehenden Analysen:

	Glühverlust	FeO_3	SiO^2	AlO_3	$CaCO_3$	MgO	Mn	S	P	CuO
a) Erze von Boqueron	6,05	48,00	38,83	5,30	1,00	—	0,20	0,34	0,20	0,20
„ „ Piquette	8,44	50,80	32,98	6,00	0,88	—	0,20	—	0,20	0,20
„ „ Escamprero . . .	4,04	53,50	35,07	6,50	—	—	0,25	0,26	0,22	0,22
„ „ Naranco	4,96	48,00	41,00	5,00	—	—	—	0,08	0,30	0,30
„ „ Aguilero	3,16	50,19	40,98	4,97	0,46	—	—	—	0,24	—
„ „ Anzo	8,09	49,12	38,45	3,20	0,84	—	—	—	0,30	—
b) Erze von Grandota	7,00	69,40	3,80	1,80	18,00	—	—	—	—	—
„ „ St. Pedro	6,76	75,88	4,88	1,68	10,80	—	—	—	—	—
„ „ St. Paulino . . .	10,60	66,00	5,20	1,00	17,20	—	—	—	—	—

Mit der See ist die Hütte zu Mieres durch eine Bahn von la Pola de Lena nach Gijon verbunden, deren Verzweigungen der einzelnen Betriebspunkte in die rechte Beziehung gesetzt haben.

§ 84. Die Eisenerz-Lagerstätten der Provinz Vizcaya concentriren sich in der Nähe der Stadt Bilbao, des Hauptortes der Provinz. Hier finden sich fünf Hauptvorkommen, die Lager von Sommorostro y Triano, Galdames, Abando, Ollargan und Sopuerte, von denen das erstgenannte das Bedeutendste ist. Ein sechstes Lager ist das von Guernica, nordöstlich von Bilbao.

Von allen diesen Vorkommen interessirt das eigentliche Sommorostro-Erz am meisten, weil gerade die unschätzbaren Eigenschaften dieses Erzes den Ruf der spanischen Eisenerze begründet haben. Wunderbar ist bei dieser Beschaffenheit die relative Jugend der Lagerstätte, welche dem Cenoman angehört und zwischen einem sehr feinkörnigen Sandstein als Liegenden und einem merglichen, theils sandsteinartigen, theils kalkigen Gestein als Hangenden sich findet. Sie kommt mit einem festen Kalkstein vor, der viele Kalkspathadern und auch viele schlecht erhaltene Petrefakten enthält. Manchesmal verdrängt das Eisenerz diesen Kalkstein und an anderer Stelle findet es sich neben demselben vor.

In der Regel besteht das Lager ganz aus spathigem Rotheisenstein, wo es sehr mächtig ist, wo es von Mergelschichten bedeckt wird und wo es im Contakt mit festen Kalken sich befindet.

In diesem spathigen Erz, dem sogenannten campanil, treten mächtige Adern eines feinkörnigen erdigen Erzes auf, welche die reinste zur alten Rennarbeit früher ausschliesslich benutzte Erzvarietät bildet und von den Bergleuten Vena dulce genannt worden ist.

In Nordwesten, wie im Südosten bei Torre moje, San Lorenzo und bei Orconnera wird das Erz unreiner und geht auch in Brauneisenstein über, wobei es manchmal viel Kieselsäure und Schwefel enthält.

Diese dritte Erzvarietät, die stellenweise in einen mit Eisen imprägnirten Sandstein übergeht, wird rubio genannt und ist ein weniger vorzügliches Erz als die anderen beiden Sorten immerhin aber, wie die nachstehenden Analysen 21—25 u. A. beweisen, ein Qualitätserz.

§ 85. Bei Galdames, Abando, Ollargan und Sopuerto treten mehr Brauneisensteine auf, bei Ollargan stückweise in einer Lehmschicht über einem den untercenomanen Sandstein vertretenden Schiefer. Es wird daher „Alluvialerz" genannt und ist vielleicht durch Erosion und Transport eines anstehenden Erzlagers entstanden; darauf deutet das Zusammenvorkommen von Brauneisen- und Rotheisenstein. Die Erze No. 31 und 32 der folgenden Tabelle gehören hierher und zeigen die starke Verunreinigung durch Thonmassen.

Die Verschiffung geschieht sowohl zu Portugalete, dem Hafen von Bilbao als auch zu Castro Urdiales und anderen Punkten der Küste, wesswegen bei Ankäufen aus zweiter und auch dritter Hand die Erze oftmals nach diesen Verladungspunkten benannt werden.

Die folgenden Analysen sind, abgesehen von Privatmittheilungen, den Berichten Kupelwiesers und von Kerpelys, den eigenen Notizen des Verfassers über die Pariser Ausstellung, sowie zwei Beschreibungen der Lagerstätten von Sommorostro entnommen, die auf persönlicher Bekanntschaft mit der Localität beruhen.

Die eine dieser Arbeiten führt den Titel: Les mines de Sommorostro par Eug. Bourson, ingénieur représentant de la Société Franco-Belge des Mines de Sommorostro, Revue universelle etc. Serie IV. p. 648. Die andere Beschreibung findet sich in einer Instruktionsreise nach Spanien 1878 von Caron (Preuss. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen XXVIII. 1880. S. 105).

Die von Bourson mitgetheilten Analysen sind meist vollständig und charakterisiren das Vorkommen an sich genau; die von Caron mitgetheilten Analysen dagegen sind z. Th. die von den Hüttenwerken El Carmen und Ybarra & Co. in Paris ihren Erzmustern beigelegten.

Die weniger deutlich als Bilbao-Erze charakterisirten Exporterze für deutsche und andere Werke bilden den Schluss der Zusammenstellung.

	H_2O	CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	S	P_2O_5	P	
1. Sommorostro, Vena dulce . . .	6,90		89,50	62,65	1,40	—	1,00	Sp.	Sp.	Sp.	0,04	—	Sp.	Caron a. a. O. S. 136.
(Analysen von El-Carmen)			FeO = Sp.				u. R.							
2. Baracaldo b. Bilbao	3,81		82,26	57,58	1,78	—	1,35	1,53	9,27	Sp.	—	—	—	Kupelwieser's Bericht über die Pariser Ausstellung. S. 6.
3. „ „	6,12		80,78	56,55	2,24	—	2,63	1,38	6,39	0,46	—	—	—	
4. „ b. Vena dulce	2,24		89,28	62,50	2,78	—	1,07	1,03	3,60	—	—	—	—	
(Analyse von Ybarra & Co.)	CO^2 unb.													
5. Vena dulce (Gutehoffnungshütte) .	8,20	Sp.	82,85	58,00	2,08	0,62	4,32	2,64	Sp.	Sp.	Sp.	0,03	0,013	Privatmittheilung d. General-Direktion.
					Mn_3O_4									
6. „ (Dortmunder Union) .	7,02		82,17	57,52	1,14	0,82	6,61	1,24	0,81	0,68	—	0,052	0,023	
7. „ (ältere Analyse der					Mn_3O_4	0,046 CuO								
Pariser Bergschule)	11,00		75,05	52,5	1,54	—	12,50	Thon	—	—	—	--	—	

	H_2O	CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	S	P_2O_5	P	
8. Vena dulce, Grube Altura . . .	6,90	0,40	87,20	61,25	1,00	0,72	2,35	0,65	0,50	0,20	0,075	—	0,025	Bourson - Revue universelle. II. 4. S. 657.
9. „ „ Alhondiga . .	5,05	0,85	90,70	63,50	1,30	1,05	1,05	0,15	1,00	0,20	0,035	—	—	
10. „ „ Barga . . . (Analysen von J. Cockerill.)	5,00	0,40	91,70	64,20	0,70	0,50	1,20	—	0,50	0,10	0,075	–	0,02	
11. „ „ Onton (Analyse der Pariser Bergschule.)	13,60 (H₂O u. CO²)		72,60	50,52	0,30	0,23	12,00	—	Sp.	Sp.	0,28	—	Sp.	
12. Vena dulce, Hörde	5,83		—	58,30	—	1,05	8,34	1,62	Sp.	Sp.	—	—	0,01	Privatmitth. der Gen.-Direktion.
13. Campanil avenado, von El-Carmen	4,36	0,40 CO^2	89,10	—	0,70	–	3,50 u. R.	Sp.	0,50	0,50	0,04	—	0,01	Caron.
14. „ „ „ „	2,90		80,75	56,52	8,15	—	3,24	3,10	0,82	1,04	—	—	—	Kupet über di Berich Ausste e Pariser l- lung. S. 6.
15. „ „ „ „	6,81		84,01	58,80	4,38	—	3,20	0,40	0,40	0,80	—	—	—	
16. „ „ „ „	1,25		73,90	51,73	5,80	—	5,70	3,80	0,45	1,25	—	—	—	
17. „ „ „ Snelus . .	5,60	—	72,85	51,00	1,56	—	5,10	1,25	5,26	0,45	—	—	—	Privatmittheilg.
18. „ „ „ Ybarra & Co.*)	2,24	CO^2 unb.	80,75	56,52	1,04	—	3,24	3,10	8,15	0,08	—	—	—	
19. „ „ „ Errasquin	10,43 (H₂O u. CO²)		78,57	54,99	0,70	0,49	5,20	—	4,10	1,00	—	—	—	Percy-Wedding I. 1. S. 427.
20. „ „ (Gutehoffnungsh.)	3,50	—	78,67	55,07	2,08 (Mn_3O_4)	1,50	4,42	2,56	8,30	0,41	Sp.	0,04	0,017	Privat-mittheilungen der General-Direktion.
21. „ „ (Schalke) . . .	—	—	—	53,15	—	3,73	10,20 (SiO^2 u. AlO_3)		3,73 ($CaCO_3$)	— ($MgCO_3$)	—	—	0,012	
22. „ „ „ . . .	—	—	—	53,45	—	—	8,96 (SiO^2 u. AlO_3)		—	—	—	—	0,010	
23. „ „ (Dortm. Union) .	8,48 (H₂O u. CO²)		74,01	51,80	0,61 (Mn_3O_4)	—	8,99	2,44	3,82	2,11	0,06	0,034	0,015	
24. Campanil, Gr. Alhondiga	5,50	3,50	84,85	59,40	1,20	0,85	1,00	—	4,00	—	0,074	—	—	Bourson, Revue universelle II. 4. S. 657.
25. „ Gr. Porseguida	4,80	3,50	83,70	58,65	0,70	0,50	1,00	—	4,00	0,50	0,045	—	—	
26. „ Gr. S. Barnabé	9,70	—	80,95	56,70	1,00	0,72	4,67	0,83	—	0,50	0,055	—	0,010	
27. „ Gr. S. Miguel . . .	10,65 (H₂O u. CO²)		74,20	52,00	1,96	1,40	6,60	1,90	4,50	1,25	0,02	—	0,06	
28. „ Gr. César, Krupp . . .	6,0	—	84,00	58,80	1,90	0,13	3,20	—	4,60	—	—	—	Sp.	
29. Campanil avenado, Gr. Porseguida	4,40	1,20	91,05	63,75	1,00	0,71	1,00	—	1,40	—	0,045	—	0,015	
30. „ „ Gr. S. Barnabé	7,15	0,85	86,20	60,35	1,10	0,80	2,20	0,30	1,00	0,40	0,017	—	0,025	
31. Sommorostro, El-Rubio El-Carmen	5,27 (H₂O u. CO²)		79,14	55,40	2,45	—	7,20	2,40	2,23	0,71	Sp.	—	—	
32. „ „ „	3,23 (H₂O u. CO²)		83,75	58,62	3,17	—	5,25	3,20	1,36	Sp.	0,04	—	—	
33. Rubio, Gr. Concha 3, J. Cockerill	10,75	6,65	83,70	58,60	1,40	1,10	2,50	0,20	0,75	0,20	0,135	—	0,01	Bourson, Revue universelle II. 4. S. 656.
34. „ „ 1, Krupp . .	10,08	—	84,00	58,80	1,00	0,72	2,80	—	0,80	—	—	—	Sp.	
35. „ Gr. Galdames, Montgomery	11,55	—	78,35	54,84	0,03	0,02	7,22	2,18	0,30	—	0,02	—	0,03	
36. „ „ Braconier .	8,84 (H₂O u. CO²)		74,70	52,29	Sp.	Sp.	13,76	2,26	0,32	Sp.	0,006	—	0,08	
37. Rubio avenado, Gr. Concha 8, Cockerill	7,55	0,65	85,30	59,75	1,0	0,72	2,55	0,95	0,71	—	0,035	—	0,015	
38. Rubio avenado, Gr. Barga, Denain	12,45 (H₂O u. CO²)		82,64	57,85	0,68	0,49	2,90	1,05	Sp.	—	Sp.	—	0,015	Privatmitth. der Gen.-Direktion.
39 Sommorostro, Hörde	—	—	—	58,55	—	1,26	5,58	1,08	1,94	1,19	—	—	0,007	
40. Sommorostro Espinal**) . (Analyse von Ybarra & Co.)	5,27	CO^2 unb.	79,14	55,40	2,45	—	7,20	2,40	2,23	0,71	—	—	—	
41. Salta Caballos (Analyse von Ybarra & Co.)	10,32	CO^2 unb.	79,03	55,33	1,13	—	6,66	1,66	1,40	—	—	—	—	
42. Ollargan, angeschwemmte Erze (Analyse von Ybarra & Co.)	6,01	CO^2 unb.	60,11	42,10	—	—	19,45	14,35	Sp.	Sp.	0,08	—	—	
43. Miravilla, angeschwemmte Erze (Analyse von Ybarra & Co.)	4,67	CO^2 unb.	68,71	48,10	3,04	—	10,30	3,08	6,70	—	0,08	—	—	
44. Trinidad, Rubioerz (Dortm. Union)	11,27		85,40	59,78	1,28	0,92	1,73	—	0,35	0,12	—	0,013	0,006	Privatmitth. der Gen.-Direktion.
45. Ollargan, anal. von Errasquin .	5,71		70,10	49,07	3,65 (Mn_3O_4)	2,53	13,66	6,33	0,32	0,23	—	—	—	Percy-Wedding I. 1. S. 427.
46. Cabargo-Erz, Analyse von Hörde (wahrscheinlich Barga-Grube) .	10,32		—	57,88	—	0,52	3,52	1,05	0,86	Sp.	—	—	0,01	Privatmitth. der Gen.-Direktion.
47. Bilbao-Erz, Analyse vom Phönix (wahrscheinlich Rubio)	8,46		—	47,09	—	0,13	19,03	2,03	0,89	0,09	0,28	—	0,05	Dürre, Wiener Bericht.
48. Rubio El-Carmen	10,60	0,40 CO^2	77,85 (FeO = Sp.)	54,50	—	0,70	10,00 u. R.	Sp.	0,50	—	0,09	—	0,02	Caron, S. 136.
49. Bubio avenado . . El-Carmen	7,55	0,65 CO^2	85,30 (FeO = Sp.)	59,71	1,00	—	3,50	Sp.	1,71	—	0,35	—	0,015	
50. Erz von Pormanu***), Analyse des Phönix	7,95		—	43,06	—	0,10	22,74	3,37	1,30	0,16	0,37	—	0,10	Dürre, Wiener Bericht.
51. Erz von Castro Urdiales, Analyse von Hörde	11,24		—	54,28	—	0,77	10,53	—	0,32	Sp.	—	—	0,03	Privatmittheilung der Gen.-Direktion.
52. Erz von Santander, Analyse der Dortmunder Union	11,80		80,19	56,13	2,66 (Mn_3O_4)	1,92	3,31	1,55	0,48	0,27	—	0,045	—	

*) Analyse 18 stimmt im Eisengehalt mit Analyse 14 überein, dagegen weichen die Nebenbestandtheile ab.

**) Analyse 40 scheint trotz verschiedener Etiquettirung dasselbe Erz zu betreffen, wie Analyse 31; es sind Beide in der Tabelle aufgenommen worden, um zu zeigen, wie unsicher die Benennung der Erze ist.

***) Die Analysen 50, 51, 52 beziehen sich unzweifelhaft auf Campanil- und Rubioerze, welche unter den Namen der Verschiffungspunkte exportirt werden.

§ 86. Bemerkenswerth sind im Campanilerz die häufig auftretenden Blöcke und Kerne von Spatheisenstein, welcher nur in seinen Krystalldrusen und sonstigen Höhlungen die rothe Farbe des Hämatites zeigt.

Man hat es hier wohl mit einer anfänglichen Pseudomorphose des Eisenerzes nach Kalkstein zu thun, wobei zwei Epochen zu unterscheiden sind: Bildung des Spatheisensteins — Umwandlung desselben zu Campanil unter gleichzeitiger Ausfüllung der Kalkspathadern durch die Substanz der Vena. Gleichzeitig bildeten sich im Liegenden und Hangenden die Imprägnationserze der Gattung Rubio. Der grössere Schwefelgehalt der letzteren rührt vielleicht daher, dass die anfängliche Eisenlösung eine Sulfatlauge war, die sich mit dem Kalk der Lagerstätten zu Gyps und Eisencarbonat umgesetzt hatte. Der Gyps wurde in den verschiedenen Schichten in verschiedenem Masse ausgelaugt und sodann in den weniger durchdringlichen Partien ein Residuum von Gyps geblieben sein. Dass eine starke Einwirkung von Erosionsprocessen stattgefunden haben muss, geht schon aus der Beschaffenheit der Trümmerlagerstätte von Ollargan hervor. Leider sind Muster der das Eisenerzlager von Bilbao einschliessenden Gesteine weniger verbreitet worden und kann man obige Hypothesen nur durch Analogie ähnlicher Verhältnisse construiren.

§ 87. Die englischen Rotheisenstein-Lagerstätten sind die einzigen, welche mit den spanischen und Elbaner Erzen zu concurriren vermögen. Sie concentriren sich namentlich in den beiden Provinzen Lancashire und Cumberland und finden sich in älteren Formationen.

Zwei Lagerstättengruppen lassen sich unterscheiden (cf. P. Würzburger, on the Geology of the North-Lancashire and Cumberland Iron ore districts; Barrow meeting of the Iron a Steel Institute Sept. 1874. Engineering 1874. II. S. 179).

α) Untersilurische Gruppe, wo von Nord nach Süd oder genauer Nordnordwest — Südsüdost streichend, eine Reihe von Gängen auftreten, welche theils nach West, theils nach Ost mit 45—80° einfallen. Sie finden sich hauptsächlich in den drei unteren Abtheilungen des Systems (Skiddaw-Schiefer zu Kelton, Knockmurton und Ennerdale — grüne Schiefer zu Dunnerdale und Broughton Moor — Granit zu Eskdale — Coniston-Kalk zu Waterblain) und ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 2 und 14 Fuss vergleichsweise reinen Erzes. Die Hauptgruben auf diesen Gängen befinden sich bei Kelton und Knockmurton. Es sind wenigstens neun Gänge von 3—14 Fuss Stärke bekannt, von denen manche ca. 600 Yards weit verfolgt werden konnten.

Nehmen die Gänge an Mächtigkeit noch weiter zu, so ist in der Regel der Einschluss von Trümmern der benachbarten Gesteine zu constatiren. So z. B. wächst der Gang No. 1 zu Dunnerdale von durchschnittlich 4—6 Fuss auf 16—21 Fuss und ein Gang zu Kelton von durchschnittlich 4—10 Fuss auf 16 Fuss.

Die meisten dieser Gänge können mit söhligen Strecken aufgeschlossen werden und der Betrieb ist, bis auf die durch das Zwischengestein zu führenden Querschläge ziemlich billig. Wo die Mächtigkeit des Ganges es irgend erlaubt — wird auf Schienenwegen gefördert; meist wird allerdings noch mit Karren gearbeitet. Bahnanschlüsse sind seitens der grösseren Compagnien erbaut.

β) Lagerstättengruppe des Kohlen-Kalks (Mountain Limestone) in welchem das Eisenerz in verschiedener Anordnung auftritt, meist aber die diesem Gestein eigenthümlichen Klüfte und Höhlen ausfüllend. Man unterscheidet
- eingelagerte flötzartige Erzvorkommnisse von gleichen Fallen, wie die Gesteinschichten;
- gangartige Erscheinungen, wahrscheinlich Klüfte, deren Streichen und Fallen anders ist, als das des Kalksteins;
- nesterartige, taschenförmige Anhäufungen in Höhlungen des Kalkes.

§ 88. Während die flachen flötzartigen Lager mehr im Bezirk von Whitehaven dominiren, beobachtet man die Nester und Klüfte mehr im Bezirk von Furness, wiewohl in jedem derselben die verschiedenen Erscheinungsformen mit einander zusammenhängen resp. in einander übergehen.

Die Ablagerungen im Furness-Bezirk (nördlich der Morecambe Bay) zeigen den Charakter, dass sie zu Tage ausgehen und bis in die losen Massen des „Drift" hereinragen, wobei die Oberflächen von Erz und Kalkstein zusammenfallen. Es scheint eine Blosslegung dieser älteren Schichten durch Erosion stattgefunden zu haben, weil sich auch Blöcke von Hämatit in der Schuttdecke finden.

Die unregelmässigen wie auch die gangartigen Erzlagerstätten des Furness-Bezirks keilen sich fast immer nach der Tiefe aus — während das Streichen gewöhnlich normal zum Gesammtstreichen steht.

Die Nester haben meist in ihrem Horizontalgrundriss eine kreisförmige oder elliptische Form und gehen im letzteren Fall in ganz ähnliche Vorkommen über.

Das grösste unregelmässige Vorkommen wird zu Park abgebaut und in der westlichen Fortsetzung davon in den Roanhead-Gruben; es misst über 500 Yards in der Länge und ist

120—240 Yards weit. Mit 10 Faden „Drift" überdeckt, ist das Erz bis zu einer Tiefe von 70 Faden nachgewiesen, obwohl es noch weit tiefer geht. Die Wände der Kluft fallen im Allgemeinen mit 40—80° nach einwärts, obwohl an manchen Stellen die Wände vertical stehen, oft sogar überhängend gefunden werden. Der sehr gering veranschlagte Erzvorrath beträgt wohl über 50,000,000 Tonnen.

Das Lager der Askam- und Roanhead-Gruben misst von Osten nach Westen 400 Yards Länge, und bis 300 Yards Weite, während die bis jetzt nachgewiesene Erzteufe 45 Faden beträgt. Hier berechnet sich unter ganz mässigen Annahmen die Erzmenge auf über 30,000,000 Tonnen.

Der grösste Theil der anderen Ablagerungen ist weniger bedeutend; manche haben noch immer 100—120 Yards Länge bei 40—80 Yards Breite, wiewohl viele andere noch weniger ausgedehnt sind.

Die Gänge im Furness-Bezirk mit dem allgemeinen Streichen von Nordwest bis Südost und einem Fallen von 45—80° nach Südwest zeigen in Ausdehnung und Mächtigkeit ebenso grosse Verschiedenheit wie die Lager.

Von wenigen Fussen Weite und Tiefe wie bei Boltonheads variren die Verhältnisse bis zu Ausdehnungen von 1000 Yards Länge und 30 Yards Weite, wie bei Lindale Moor und Whitriggs — während die Tiefe zwischen 30—60 Faden schwankt.

Einer der bedeutendsten Gänge ist der breite Gang von Stank, welcher in dem von 62 Faden schwarzem Schiefer überdeckten Kalke aufsetzt — mehr als 500 Yards weit verfolgt ist und bei 30 Yards Maximalweite eine ausbeutbare Tiefe von 80—105 Faden zeigt.

Die Ablagerungen im Whitehaven-Bezirk tragen mehr den Charakter der Lager oder Flötze; sie folgen im Streichen und Fallen (12—18°) dem einschliessenden Gestein und kommen meist in zwei Horizonten vor — vielfach gestört durch Verwerfungen, wobei sich Höhlenräume bildeten, die mit Erz angefüllt sind.

Diese 30—100 Fuss mächtigen Lager haben oft 880 Yards streichende Länge und 960 Yards querschlägige Ausdehnung (Lager von Monreal).

Auch Klüfte-Gänge kommen hier vor; doch fallen sie nach Osten ein (45°) und zeigen 15—35 Fuss Mächtigkeit, wobei das Hangende weit jünger ist als das Liegende, so dass man es mit Verwerfungen zu thun hat.

Im Bezirk von Millom sind zwei Lager ermittelt, welche mit dem des Whitehaven-Bezirks ziemlich übereinstimmen und wovon das eine auf der Hodbarrow Mines bei Millom gebaut wird. Dasselbe hat 470 Yards Länge, 140—240 Yards Breite und ist im östlichen Theil 72—90 Fuss mächtig — mit 12° Einfallen nach Westen.

§ 89. Die Beschaffenheit der zur Verwendung kommenden Erze sondert dieselben in zwei Classen:

Das Harte oder Sprengerz.
Das milde Erz.

Während das erste hauptsächlich im Whitehaven-Bezirke und bei Millom vorkommt, ohne bei Furness gänzlich zu fehlen — bildet das milde Erz die Hauptmasse der südlicheren Lagerstätten. Unter dem harten Erz machen sich besonders die als Kidney oder pencil Ore bekannten Glasköpfe bemerklich, von denen die 1878 in Paris durch die West-Cumberland-Company und Mr. Geo Snelus ausgestellten prachtvollen Schaustufen auf Veranlassung des Verfassers in den Besitz der Aachener Technischen Hochschule übergegangen sind.

Das Erz hat 50—69/00 *Fe* — also 71—98/00 FeO_3 und enthält an fremden Mineralien nur noch Quarz, Kalkspath, Braunstein (vielleicht richtiger Manganoxyd) und Braunspath (besonders bei Whitehaven). Selten findet man Eisenkies und Baryumsulfat.

Die vorzügliche Qualität und das reiche Vorkommen stellen den Cumberland-Bezirk in die erste Reihe der sämmtlichen Erzbezirke und entspricht diesem Rang auch die hohe Produktion, welche 1872 schon 917,452,000 Kilos für Whitehaven-Millom,
849,958,000 „ für North Lancashire betrug.

Leider liegen die Kohlen nicht wie bei anderen englischen Bezirken in unmittelbarer Nähe und beträgt die Entfernung von Workington nach Newcastle 130 km — von Barrow nach Wigan z. B. 114 km etc.

§ 90. Die Zusammenstellung erhellt aus nachstehenden Analysen:

	H_2O	CO^2	FeO_3	Fe	MnO	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	FeS_2	SO_3
Cleator Moor, dicht	—	—	95,16	66,60	0,24	5,66	0,06	0,07	—	Sp.	—	—
„ „ „ und pulverförmig	—	—	90,36	63,25	0,10	7,05	1,43	0,71	0,06	Sp.	0,06	—
Witehaven, Grube nicht angegeben	—	—	98,71	69,10	Sp.	1,00	—	Sp.	—	Sp.	—	—
Gillbrow bei Ulverstone, faltiges Erz	—	2,96	86,50	60,55	0,21	6,18	0,30	2,77	1,46	Sp.	—	0,11
Lindale Moor, hartes und dichtes Erz	0,56	—	94,23	65,98	0,23	4,90	0,63	0,05	Sp.	Sp.	0,03	0,09
North Schacht zu Lindale } Cote bei Ulverstone	—	0,78	90,94	63,66	0,25	6,68	Sp.	0,99	Sp.	Sp.	—	0,24
„ „ „ „ } Cote bei Ulverstone	—	—	91,40		—	—	0,95	—	Sp.	—	—	
Erz d. West Cumberland Co. Paris 1878	3,10		85,461	—	0,55	7,400	3,017	0,904	—	0,022	—	S 0,074

(Percy Wedding I. S. 290.)

§ 91. Ein anderes, oolithisches, Rotheisenerz tritt in Süd-Wales in den liegendsten Schichten des Kohlenkalkes auf und wird zu Witechurch bei Cardiff bergmännisch gewonnen.

Es enthält nach der in Percy-Wedding (S. 298. II.) mitgetheilten Analysen:

H_2O	2,12
CO^2	5,73
Orig.-Subst. . . .	0,38
FeO_3	66,55
FeO	1,13
MnO	1,13
SiO_2	0,13
AlO_3	1,75
CaO	8,55
MgO	1,12
KaO	0,19
Na^2O	0,07
P_2O_5	1,02
SO_3	1,31

§ 92. In den baltischen Ländern, Skandinavien und Russland, wo wirkliche Magneteisensteine unter den ältesten Lagerstätten, Brauneisenstein unter den neueren und neuesten Lagerstätten dominiren, treten die Rotheisensteine mehr zurück und bilden im Ganzen unerhebliche Antheile der Gesammtförderung.

Dem Einzelbedarf kann naturgemäss ein solches Vorkommen wohl genügen, woher es denn auch kommt, dass die Engländer neueren Aufschlüssen von Rotheisensteinen an der norwegischen Küste ihre Aufmerksamkeit geschenkt haben.

Wie die (S. 11 u. f.) bereits mitgetheilten Lundström'schen Untersuchungen darthun, enthalten einzelne Erze beträchtliche Mengen reines Eisenoxyd und gehen allmälig wie No. 2 und 3 beweisen, in Hämatite über. In jedem Magneteisensteinrevier finden sich dergleichen Erze und sie theilen mit der Haupterzart alle Vorzüge und alle Untugenden.

§ 93. Ohne weiter auf alle diese Verhältnisse einzugehen, soll ein Vorkommen beschrieben werden, das seiner Lage wegen von weiterem Interesse ist und cosmopolitische Wichtigkeit erlangen kann. Es ist das Lager von Naeverhaugen bei Bodoë in Norwegen Amt Nordland des Distrikts Tromsö; dasselbe liegt gegenüber dem Südende der Lofoden-Inselgruppe und ist in grader Linie etwa 15 Grade oder 1665 km von Newcastle entfernt, mithin ebenso weit als die wirkliche Fahrt nach Bilbao beträgt, bedeutend näher dagegen als Bona, Elba oder Carthagena. Thorsten Nordenfelt berichtet darüber in dem Journal of the Iron- and Steel-Institute 1876. S. 149 u. a. Folgendes:

Längs der Nordküste des südlich von Bodoë in das Land hineinziehenden Saltenfjords, 25 engl. Meilen = 35 km von Bodoë und 6 Meilen resp. 8 km von dem Hafen Nordvik, den schon jetzt ein Dampfschiffsverkehr mit Bodoë verbindet, beginnt ein 7 Meilen = 10 km weit verfolgtes Lager von Rotheisenstein, das gewöhnlich 2—10 Fuss mächtig ist, das aber an gewissen Stellen auf grössere Erstreckungen eine Mächtigkeit von 60—80 engl. Fuss erreicht. Eine ganz oberflächliche Calculation des vorhandenen Erzes in diesem einen weiteren Theil der Lagerstätte ergibt schon ein Quantum von mindestens 2,500,000 Tonnen gewinnbarem Eisenstein.

Das Erz ist meist rother Hämatit von Eisenglanzstruktur; Untersuchungen desselben im Generalprobirbureau zu Stockholm ergaben anfänglich:

Fe	54—67/00
P	0,010/00
S	0,050/00

Bei späteren im grösseren Durchschnitt genommenen Proben war der Gehalt an:

Fe	53—59/00
P	0,039/00
S	6,040/00

Der Phosphorgehalt scheint in grösseren Teufen zu wachsen, da spätere Versuche denselben auf 0,140—0,262 bemessen. In wieweit diese Wahrnehmung für das ganze Lager gilt, ist nicht bestimmt ausgedrückt, doch wird wohl auch hier, wie bei vielen der schwedischen Magneteisensteine eine ungleichmässige Vertheilung der Phosphate nachzuweisen sein.

§ 94. Wie in Schweden macht sich auch in Russland z. B. im Ural der Uebergang der Magneteisenerze in Rotheisensteine bemerkbar.

In Paris war ein Eisenglanz von Wissimo-Schaitansk, dem Fürsten Demidoff gehörend, ausgestellt, der

FeO_3	94,920
SiO_2	1,690
AlO_3	1,112
S	0,135
P	Sp.

enthielt (vgl. Usines de Nijné-Taguilsk. P. Demidoff etc. Paris A. Lahure 1878).

Doch noch anderweitig sind Rotheisensteine in Russland nachgewiesen, so sehr sie gegen das Vorkommen der Magnet- und namentlich der Brauneisensteine zurückstehen.

Im Anschluss an die auf S. 23 betrachteten südrussischen Magneteisensteinlager kommen auch Rotheisensteine vor. Strippelmann (a. a. O. S. 31 u. ff.) sagt, dass im Hangenden der Magneteisensteinzone sich daselbst Rotheisensteine vorzüglichster Beschaffenheit als ausgesprochene parallele Zwischenlagerungen in dem metamorphosirten Glimmerschiefer finden. Es waren zunächst drei Lager von 2, 3 und 6 Fuss Mächtigkeit constatirt, welche sich derart gruppirt zeigten, dass sie gemeinschaftlich ausbeutbar sind.

Wie für die tieferliegenden Magneteisensteine lässt sich auch hier die Annahme begründen, dass man es mit streichend langgezogenen Lagerstätten zu thun hat.

Schmelzproben im Tiegel ergaben 62,5/₀₀ Eisengehalt; Strippelmann bezeichnet dieses reiche Erz wegen seiner milden Beschaffenheit als schätzbaren Zuschlagseisenstein — eine Ansicht, die schwer zu theilen ist.

Die dritte der in dortiger Gegend unterschiedenen Erzzonen, ist damals zwar nur an einer Stelle aber desto bedeutsamer aufgeschlossen gewesen — so dass sich daran die grössten Erwartungen knüpfen liessen.

Etwa 100—120 Fuss über dem Ingulетz besteht das linke Ufer dieses Flusses in einer Mächtigkeit von 30—50 Fuss, aus einer Schichtengruppe, in der dünnschiefrige und dickbänkige Schichten abwechseln. Die armen kieseligen Partieen derselben werden dermaassen zurückgedrängt, dass hierdurch eine massige 500 Fuss im Streichen nachgewiesene Eisenglanz-Lagerstätte gebildet wird, die weiter streichend, auf dem anderen Flussufer von tertiären Massen überlagert wird.

Der Eisengehalt dieses Materials ist auf 45—62/₀₀ bestimmt worden.

Analysen zweier Erze theilt David Forbes mit (Journal of the Iron- und Steel-Institute 1875. S. 631):

	1.	2.
FeO_3	68,40	73,40
MnO_3	0,50	1,30
SiO_2	22,10	18,03
AlO_3	3,00	2,25
Glühverlust	6,00	5,02

Beides sind Rotheisensteine in einem leichten Uebergang zu Brauneisenstein begriffen.

§ 95. Die Rotheisensteine in transatlantischen Gebieten. Die im ersten Abschnitt beschriebenen Magneteisenerze der Union führen an manchen Stellen auch Einschlüsse von und in Rotheisensteinen z. B. im Staat New-York und am Lake Superior; Rotheisensteine für sich, hauptsächlich im Staat Missouri.

In nachstehender Tabelle sind einige Analysen dieser Erze vereinigt, welche den Charakter beurtheilen lassen. Uebergänge sind schon in den Zusammenstellungen der S. 25 und 26 enthalten, wo z. B. die Erze *d, e, f* sehr reich an Oxyd sind, ebenso das Erz von Mine Hill;

Rotheisensteine der östlichen Zone.	H_2O	CO^2	FeO_3	FeO	Fe	MnO_3	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO^3 resp. S	P_2O_5 resp. P
Sterling Ore Co., New-York (Jefferson Cy.)	1,515	—	95,178	—	66,624	Sp.	2,727	0,150	0,150	0,202	0,011	*s* 0,05
„ „ „ „ (Jefferson Cy.)	1,341	—	96,755	—	67,89	Sp.	1,330	0,304	0,055	0,030	0,013	„ 0,009
„ „ „ „ (Jefferson Cy.)	0,210	—	93,677	—	69,334	Sp.	1,534	0,110	—	—	0,018	„ 0,005
Bedford & Co., Hopwell, Pennsylv. .	—	—	83,240	—	58,120	—	2,96	1,15	0,20	—	—	„ 0,08
Erze von Ringwood, Cannon . . .	—	—	65,95	Nur nnbedeutende Antheile und desshalb als Oxyd in den Analysen bestimmt.	46,17	—	18,14	5,09	6,83	0,07	—	„ 5,56
„ „ „ „ . . .	—	—	96,16		67,31	—	3,10	1,70	—	0,22	—	„ Sp.
„ „ „ St. George . .	—	—	94,66		66,26	Manganoxydul ber. 0,20	2,00	0,39	2,58	0,21	—	„ 2,50
„ „ „ Miller . . .	—	—	84,56		59,19	0,25	4,60	3,00	5,04	Sp.	—	„ 4,74
„ „ „ Old Blue . .	—	—	95,98		67,19	—	4,10	0,66	—	0,43	—	„ 0,06
„ „ „ Hard . . .	—	—	90,14		63,10	0,30	5,60	1,00	2,13	0,94	0,01	„ 1,86
„ „ „ Keller . . .	—	—	78,30		54,81	0,25	12,60	1,17	4,03	Sp.	0,01	„ 3,39
„ „ „ Cooper . . .	—	—	85,08		59,56	0,20	3,10	2,80	6,62	0,28	Sp.	„ 5,12
„ „ „ Peters . . .	—	—	91,11		63,77	0,20	5,40	3,19	1,23	Sp.	—	„ 0,90
„ „ „ New Hope . .	—	—	97,29		68,11	0,35	2,60	0,52	0,62	Sp.	Sp.	„ 0,47

Rotheisensteine des Lake Superior. (Durchschnitts-Analysen von M'Cracken).	H_2O	CO^2	FeO_3	FeO	Fe	MnO_3	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO^3 resp. S	P_2O_5
Rothe Hämatite und Glanze . . .	0,77	—	90,52	—	62,915	Sp.	5,892	1,390	0,70	0,42	0,05 S	0,258
Weiche Hämatite	5,12	1,81	75,75	—	62,649	0,80	14,035	1,536	0,36	0,294	0,11 „	0,185
Flag-Erze	1,08	—	70,98	—	49,332	Sp.	25,120	2,010	0,45	0,20	0,03 „	0,130
Andere Analysen derselben Erze.												
Barnum Mine, Glanze	0,29	—	93,40	—	65,38	—	4,80	0,33	0,30	0,15	Sp. „	0,23
„ „ „	0,46	—	86,71	—	60,79	Sp.	9,43	1,92	0,64	0,53	0,04 „	0,25
Cleveland Mine, „	1,23	—	88,50	—	61,95	Sp.	6,40	1,84	0,89	0,75	0,01 „	0,46
Cascade oder Palmer Mine, Flagerze	1,03	—	71,98	—	50,49	0,01	25,26	0,68	0,16	00,6	0,04 „	0,07
„ „ „ „ „	0,87	—	83,70	—	58,59	Sp.	10,67	3,34	0,75	0,34	0,03 „	0,24
Forster Mine, Hämatite	7,16	—	74,69	—	52,28	0,42	16,44	0,50	0,37	0,63	— „	0,18
„ „ „	8,74	—	79,49	—	55,64	0,25	9,28	1,19	0,27	0,33	0,17 „	0,19
Jackson Mine, Glanze	1,09	—	93,75	—	65,62	Sp.	3,27	0,73	0,61	0,23	0,03 „	0,32
Lake Superior, „	0,61	—	86,70	—	60,69	Sp.	9,82	1,64	0,57	0,24	0,02 „	0,14
„ „ Hämatite	4,25	—	79,80	—	55,86	0,10	12,52	2,05	0,45	0,53	0,03 „	0,30
Lake Angeline, Glanze	1,21	—	72,00	—	50,40	Sp.	25,09	0,92	0,33	0,34	0,02 „	0,08
„ „ „	—	—	85,43	—	59,08	—	12,31	1,89	0,24	0,13	— „	—
Macomber Mine, Hämatite	2,74	—	76,80	—	53,76	2,06	14,64	—	3,47	—	0,14 „	0,15
Magnetic Mine, Flagerze	0,83	—	78,42	—	56,78	Sp.	19,44	0,43	0,19	0,17	— „	0,13
New-York Mine, Glanze	0,98	—	90,00	—	63,00	Sp.	4,72	1,89	1,20	0,60	0,03 „	0,57
Quinesaik Mine, „	0,50	—	93,85	—	65,695	—	4,00	0,34	1,05	0,15	Sp. „	0,11

§ 96. Von besonderem Interesse hinsichtlich der Lagerung etc. sind nur die beiden Erzvorkommen im Staat Missouri, die schon längst bekannt, erst seit einem Decennium ausgebeutet worden, da früher eine ausreichende Communication mit den bereits urbar gemachten Theilen des Staates, namentlich mit den Ufern des Mississippi selbst nicht vorhanden war.

Die geognostischen Bedingungen des Auftretens sind nach Wedding ähnliche, wie am Lake Superior, doch ist das Vorkommen inselartig und auf ein relativ kleines Gebiet beschränkt. Auch hier bildet der Granit die Unterlage des eisenerzführenden porphyrartigen Melaphyrs, der in den Kuppen des Hügellandes hervortritt, während die Thäler durch Lagen von silurischen Dolomit, z. Th. mit schwacher Sandstein- und Thonbedeckung erfüllt sind.

Das Eisenerz kommt am Iron Mountain gangförmig, am Pilot Knob lagerförmig vor.

Der Eisenberg, 80 m über die Thalsohle ragend, war vor Beginn des Bergbaues ganz bedeckt mit einem Mantel loser Erzstücke in Thon, offenbar dem Resultat der Verwitterung des von Eisenerzgängen durchzogenen Melaphyrs, wie er noch den Kern des Berges bildet.

Das Erz ist ein dichter Eisenglanz, in den mächtigeren Gängen vielfach mit Apatit verunreinigt, der in den Erosionsprodukten ausgewaschen scheint, so dass (was übrigens auch anderweit beobachtet ist) das Ausgehende, hier das Oberflächenerz, reiner erscheint als das Erz der unverändert gebliebenen Partieen.

Der Hauptgang hat nach Weddings Angaben 10—20 m Mächtigkeit.

Die Beschaffenheit des Erzes erhellt aus den beiden folgenden von Wedding mitgetheilten Blair'schen Analysen.

Analyse	Unteres Erz	Oberes Erz
FeO_3	91,45	95,04
FeO	2,34	2,57
Fe	65,16	68,53
SiO_2	3,99	1,57
AlO_3	1,40	0,79
CaO	0,51	0,17
MgO	0,22	0,137
S	—	0,005
P_2O_5	0,252	0,071
P	0,110	0,031

§ 97. Das Eisenerz am Pilot Knob tritt als Lager auf, welches über 12 m stark innerhalb schwach aufgerichteter Schichten zwischen Porphyr, Schiefern und Conglomeraten sich findet.

Das perlgraue starkbläuliche Erz zeigt einen sehr dunklen Strich und spaltet leicht in flache Stücke, während das Erz von Iron Mountain stahlgrau ist und einen rötheren Strich besitzt. Seine Zusammenstellung ist im Mittel:

Fe_2O_3	90,87
FeO	1,67
Fe	64,91
SiO_2	5,18
Al_2O_3	0,89
CaO	1,76
MgO	0,13
S	0,078
P_2O_5	0,068
P	0,031

Ausser diesen beiden Hauptlagerstätten findet sich eine Reihe anderer, welche zu derselben Formation gehören und sowohl im nämlichen Bezirk, als auch in den angrenzenden Staaten auftreten.

§ 98. Kupelwieser hat in seinem oft citirten Bericht eine Reihe von Analysen mitgetheilt, welche hier folgen und die Verhältnisse dieser ausgezeichneten Erze, um welche die Amerikaner wohl beneidet werden dürften, in's Licht stellen.

		H_2O	CO_2	Fe_2O_3	FeO	Fe	FeS_2	S	Mn_2O_3	SiO^2	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	P
Winkler Mine, hartes Erz	Phelps County	—	—	92,312	—	64,642	0,530	0,028	—	7,272	—	0,117	0,195	0,021	0,009
„ „ weiches Erz		3,601	Sp.	80,969	—	56,714	0,770	0,041	—	11,652	2,832	0,356	0,062	0,304	0,133
Lamb Mine, hartes Erz		—	—	91,224	—	63,878	0,043	0,023	—	3,102	0,517	4,739	0,357	0,010	0,004
Henney Mine, „ „	Crawford County	—	—	90,234	—	63,177	0,028	0,015	—	5,931	1,444	2,299	0,251	0,023	0,010
Craig Mine, „ „		2,937	Sp.	89,535	—	64,689	4,318	2,303	Sp.	0,153	1,139	Sp.	0,886	0,016	0,107
„ „ weiches Erz		—	—	92,928	—	65,434	0,776	0,414	—	1,459	2,666	0,973	1,077	Sp.	Sp.
Current River Mine, weiches Erz	Shannon County	?	?	84,591	—	59,227	0,028	0,015	—	2,939	3,565	0,517	0,108	0,057	0,028
Shannon Mine, „ „		—	—	97,673	1,051	69,574	0,827	0,441	—	0,445	Sp.	0,303	0,044	0,005	0,002
Pomeroy Mine, „ „	Dent County	—	—	84,414	—	58,317	0,876	0,147	—	14,069	0,475	0,822	0,059	0,033	0,014
Hutchin Creek Mine, „ „		0,988	—	96,130	—	67,515	0,459	0,245	—	1,667	Sp.	0,297	0,117	0,006	0,002
Fitzwater Mine, „ „		—	—	95,204	—	66,888	0,625	0,280	Sp.	0,056	4,400	0,046	0,070	0,112	0,049
Johnson Mine, weiches Erz	Miller County	—	—	95,378	—	66,770	0,013	0,007	—	3,939	1,168	0,089	0,122	0,087	0,016
Cartsinger Mine, hartes Erz		—	—	95,956	—	67,197	0,060	0,012	—	?	Sp.	0,508	0,146	0,033	0,014
„ „ weiches „		—	Sp.	95,214	—	66,652	0,004	0,002	Sp.	1,137	1,232	0,978	1,139	0,065	0,028
Maramek Mine, Phelps County		—	Sp.	85,477	7,312	65,897	0,608	0,324	—	0,103	4,431	1,535	0,523	0,007	0,003
Erzmuster	Phelps County, analysirt von Williams zu Rolla-Missouri	5,348	Sp.	76,521	0,880	54,248	—	0,004	0,569	13,771	0,857	1,659	0,183	0,121	0,052
„		0,881	4,356	82,272	5,985	62,198	—	0,020	0,276	6,316	0,148	1,782	—	0,327	0,142
„		Sp.	—	91,705	0,492	64,577	—	0,061	0,927	6,494	Sp.	0,881	—	0,376	0,177
„		?	?	89,684	0,684	63,306	—	Sp.	0,252	2,951	0,199	2,097	Sp.	0,249	0,109
„		Sp.	Sp.	84,463	0,783	59,733	—	0,050	0,360	6,686	7,278	Sp.	0,114	0,153	0,066
„		0,087	0,530	49,245	1,203	35,397	—	0,022	0,213	46,330	—	0,374	—	0,109	0,047

§ 99. Untergeordnetere Lagerstätten von Rotheisensteinen begegnet man in vielen Theilen der Union. Einiges Interesse beansprucht darunter das oolithische Erz der Clinton-Gruppe in der Silurformation, welches zuerst am Ausgehenden in der am Osthang der Alleghany's entlang streichenden Zone silurischer Gesteine gefunden wurde und fast überall in die Tiefe verfolgt werden konnte. Es erstreckt sich von dem mittleren Theil des Staates New-York bis Pennsylvanien (Danville) und gewinnt bei Chattanooga in Tennessee Bedeutung, tritt auch noch in Kentucky und Virginien auf und kommt selbst in Ohio sowie am Westrand des Michigansees in Wisconsin vor.

Wedding theilt nachstehende Analysen mit:

a) eines Erzes von Bird Mine bei Clinton;
b) eines Erzes aus Tennessee;
c) eines Erzes aus Pennsylvanien;
d) eines Erzes aus Wisconsin.

Kupelwieser (a. a. O. S. 26) theilt folgende Analysen mit:

e) eines Erzes aus Slate Creek;
f) eines Erzes aus Top Hill (Kentucky).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
Rückstände	24,40	—	—	—	11,53	14,20
Fe_2O_3	57,88	81,26	83,72	65,93	70,060	80,00
Mn_2O_3	0,60	Sp.	—	1,00	—	0,25
$Si\,O_2$	—	6,50	2,96	4,80	—	—
$Al_2\,O_3$	4,05	3,40	1,15	1,40	4,54	3,47
CaO	0,16	1,60	0,20	—	—	—
$Ca\,CO_3$	—	—	—	6,82	0,04	0,36

	a	b	c	d	e	f
MgO	1,08	0,50	—	—	0,02	0,39
$MgCO_3$	—	—	—	3,48	—	—
P_2O_5	3,46	1,45	0,64	—	1,62	0,17
$Ca_3P_2O_8$	—	—	—	8,99	—	—
S	0,00	—	—	—	—	—
SO_3	—	Sp.	—	—	0,03	0,06
H_2O	11,05	4,00	11,20	7,60	12,30	1,09

Der hohe Phosphorgehalt und die oolithische Textur, ferner die Abwesenheit von viel Schwefel gibt dem Erz von Clinton einen ähnlichen Charakter wie der Luxemburgischen Minette. Für die bequeme und billige Roheisen-Fabrikation und event. für das Thomasiren im Kalkconverter wird das Erz sich wohl eignen, für andre Proceduren weniger.

§ 100. Auch andere Staaten z. B. Virginien und Alabama weisen Rotheisenerze auf, deren Analysen Kupelwieser angegeben hat und welche hier ebenfalls folgen sollen:

a) ist ein Erz von Ross Furnace

b) „ „ „ „ Elk Creek } Westvirginien.

c) „ „ „ „ Kanawha

d) „ „ derber Hämatit der Woodstock Iron Co.

e) „ „ fasriger „ „ „ „ „

f) „ „ maganhaltiges Erz „ „ „

g) „ „ „ „ „ „ „

h) „ „ Erz von Clair Cy

i) „ „ „ „ Hanby

k) *l)* *m)* *n)* *o)* *p)* *q)* } sind rothe Hämatite der 9 Meter mächtigen Red Mountain Lagerstätten, Oxmore Eureka & Jefferson Cy

(*d)* bis *q)*) } Alabama.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q
FeO_3 . . .	81,11	84,00	82,55	73,64	84,37	69,98	70,93	51,46	61,87	78,55	62,45	59,97	60,51	59,87	60,32	66,84
MnO_3 . . .	—	—	—	0,13	Sp.	29,04	26,35	0,24	0,05	—	—	—	—	—	—	—
Rückst. SiO_2 .	6,54	7,60	12,05	—	0,15	—	—	27,74	37,58	16,31	31,62	32,04	31,93	31,16	31,91	16,73
AlO_3 . . .	0,28	0,85	1,00	1,41	1,24	—	—	2,32	0,26	3,76	4,14	5,13	4,46	4,64	4,05	2,01
CaO	—	—	Sp.	—	0,08	—	—	11,14	0,03	0,68	1,03	—	—	—	—	—
MgO . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,21	0,34	—	—	—	—	—
P_2O_5 . . .	—	—	—	Sp.	0,56	—	—	0,16	0,03	0,49	0,42	—	—	—	—	—
SO_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	Sp.	—	0,21	Sp.	—	—	Sp.	—	—	—	—	—	—
H_2O	11,0	7,10	3,05	9,77	12,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Organ. . .	—	—	—	15,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO_2	—	—	—	—	—	—	—	8,75	—	—	—	—	—	—	—	—

Die Erze sind hiernach nicht besonders homogen oder gleichmässig; *a, b, c, d, e* sind Uebergänge in Brauneisenstein — welche in denselben Lagerstätten auch auftreten.

§ 101. Sehr reich an ausgezeichneten Hämatiten ist Canada, deren Vorkommen in Philadelphia durch Muster und Analysen ebenfalls beleuchtet worden ist.

Kupelwieser (a. a. O. S. 205) führt nachstehende Untersuchungen an:

	a	b	c	d	e	f
FeO_3	88,08	89,80	85,45	75,67 (FeO₃ + FeO)	92,01	96,63
FeO	6,86	7,06	5,24		—	0,89
MnO_3	0,24	Sp.	0,15	0,52	2,16	—
SiO^2 Rückst.	0,26	0,11	5,77	19,43	3,68	3,20
AlO_3	—	—	—	0,45	0,21	—

	a	b	c	d	e	f
CaO	0,55	Sp.	0,41	1,37	0,71	—
MgO	0,15	0,22	0,17	0,46	0,20	—
P_2O_5	0,16	Sp.	0,13	0,22	0,08	—
S	0,03	Sp.	0,07	0,29	0,16	0,06
TiO_2	3,17	2,34	2,12	Sp.	Sp.	—
Graphit	0,35	0,43	0,28	—	—	—
CO_2	—	—	—	1,59	0,79	—

a), *b)* sind ausgesuchte Stücke eines festen Hämatits; *c)* Durchschnittsprobe desselben Erzes — Haycock Mines, Templeton-Quebeck.

d), *e)*, *f)* sind Hämatite von East River, Picton, Cy, Neuschottland.

Von Interesse ist in diesen Erzen der Gehalt an Titansäure und das Vorkommen von Graphit — Beides weisst auf das hohe Alter der Erzlagerstätten hin.

§ 102. Im übrigen Amerika sind nur noch in Mexico und Brasilien bekannte Lagerstätten von Rotheisenstein; doch nur die Ersteren waren in Philadelphia vertreten.

Kupelwieser (a. a. O. S. 210) theilt Analysen von vier Hämatiten aus der Provinz Jalisco mit, die hier folgen sollen:

	Grube Tocatos		Grube Amole	Grube La Mora
SiO^2	1,14	1,70	4,72	27,50
H_2O	0,90	1,16	5,69	6,21
AlO_3	0,76	0,58	1,20	2,10
P_2O_5	0,39	0,06	0,47	0,46
FeO_3	95,97	95,97	86,67	63,38
MnO_3	—	—	0,52	—
CaO	0,32	0,27	0,48	0,25
MgO	0,52	0,26	0,25	0,10

§ 103. An die Rotheisensteine schliesst sich die Betrachtung eines Materials, welches in neuerer Zeit zur Darstellung von Stahlmaterial, wenn auch mit ungleichem Erfolg benutzt worden ist.

Es ist dies das

Titaneisen.

Unter Titaneisen versteht man eine Reihe von natürlich vorkommenden Titanverbindungen, welche verschiedene Zusammensetzungen zeigen, stets aber einen relativ grossen Eisengehalt aufweisen müssen.

Die heutige Mineralogie unterscheidet (Rammelsberg Mineralchemie II. S. 148 u. ff.) drei verschiedene Zusammensetzungen:

$\alpha)\ Fe\ Ti\ O_3$ = Titansaures Eisenoxydul.

$\beta)\ \left\{\begin{matrix} Fe\ Ti\ O_3 \\ Mg\ Ti\ O_3 \end{matrix}\right\}$ = Isomorphe Mischung von Eisen- und Magnesiatitanat.

$\gamma)\ \left\{\begin{matrix} m\, Fe\ Ti\ O_3 \\ n\ FeO_3 \end{matrix}\right\}$ = Isomorphe Mischung von Eisentitanat und Eisenoxyd.

α) kommt vor bei Bourg d'Oisans (Dauphiné), bei Hofgastein, Deggendorf, am Rio Chico — Neu-Granada;

β) ist bei Laytons Farm — New-York gefunden.

Beide Verbindungen sind selten und kommen namentlich nicht massig vor, so dass sie ohne Wichtigkeit für die Industrie sind. Anders ist es mit der Verbindung γ zu welcher alle bekannteren und industriell wichtigeren Titaneisensorten gehören.

§ 104. Rammelsberg theilt folgende Analysen mit:

		TiO_2	CrO_3	FeO_3	FeO	MnO	MgO	CaO
Egersund.	H. Rose	51,12	—	43,22	13,86	—	—	—
„	Mosander	39,16	0,12	29,25	27,32	0,21	2,31	0,96
„		43,29	0,34	23,61	29,77	—	1,22	0,51
„		41,11	0,58	25,95	29,06	—	1,94	0,49
„	von Kobell	43,24	—	28,66	27,91	—	—	—
„	Rammelsberg	51,30	—	8,87	39,83	—	0,40	—
„		45,77	—	14,10	39,51	—	1,14	—

	TiO_2	CrO_3	FeO_3	FeO	MnO	MgO	CaO
Ilmengebirg } Mosander	46,92	—	10,74	37,86	2,73	1,14	—
„ } Mosander	48,01	0,39	12,05	36,39	2,46	0,61	0,25
„ Rammelsberg	45,93	—	14,30	36,52	2,72	0,59	—
Krageröe. Rammelsberg	46,92	—	11,48	39,82	—	1,22	—
Isergebirge } Rammelsberg	42,20	—	23,36	30,57	1,74	1,57	—
„ } Rammelsberg	41,64	—	28,87	25,00	1,00	4,66	—
„ } Rammelsberg	39,70	—	27,02	30,34 (FeO + MnO)		2,23	—
„ } Rammelsberg	37,13	—	28,40	29,20	3,01	2,97	—
St. Paulsbay (Canada). Hunt	48,60	—	51,60	—	—	3,60	—
Cienaga (Antioquia). Damour	48,14	—	55,74	—	1,69	—	—
Chateau Richer (Canada). Hunt	41,91	—	59,56	—	—	1,51	—
Lichfield (Connect). Kendall	25,28	—	51,84	22,86	—	—	—
„ „ Marignac	22,21	—	59,07	18,72	—	—	—
„ „ Rammelsberg	23,72	—	53,71	22,39	—	0,75	—
Tvedestrand (Norwegen) } Mosander	24,32	—	55,86	19,70	—	0,74	—
„ „ } Mosander	24,25	0,45	60,16	14,29	—	3,79	—
Bodenmais. Vogel	18,53	—	63,00	17,79	—	—	—
Eisenach. Rammelsberg	16,20	—	69,91	12,60	0,77	0,55	—
Wermland. Igelström	17,51	—	84,24	—	—	—	—
Uddevalla. Plantamour	15,56	—	71,25	11,32	—	—	—
Aschaffenburg. v. Kobell	14,16	—	75,00	10,04	0,80	—	—
Snarum. Rammelsberg	10,47	—	80,63	8,90	—	—	—
Binnenthal (Wallis). Rammelsberg	9,18	—	81,92	8,60	—	—	—
Oak Bowery (Alabama). Mollet	10,21	—	93,37	—	—	0,08	—
St. Gotthardt (Eisenrosen). Rammelsberg	12,67	—	82,49	4,84	—	—	—
„ „ v. Kobell	9,10	—	83,41	7,63	0,44	—	—
Krageröe (Eisenglanz). Rammelsberg	3,55	—	93,63	2,26	—	—	—

§ 105. Ausser diesen Titaneisensorten führt Rammelsberg noch drei Gruppen abweichender Zusammensetzung auf, welche

δ) Titansaures Eisenoxyd;
ε) Titansaures Eisenoxyd und Titansaures Eisenoxydul;
ζ) Titanmagneteisen

sind. Hiervon ist wieder nur die letzte Gruppe ihres oft ausgedehnten Vorkommens wegen von Interesse, da alle sogenannten „Titaneisensande" hierher gehören. Darin wechselt der Titansäuregehalt von 5—30/00, der Eisenoxydgehalt von 21—66/00, der Eisenoxydulgehalt dagegen von 27—51/00. Die Versuche Rammelsberg's Formeln für diese Sande zu construiren, führen zu sehr complicirten und unsicheren Resultaten.

Es mögen hier noch einige technische Analysen von Titaneisen aus neuerer Zeit folgen:

1. Aus einem mächtigen Lager zu Maisdon (Loire infér.) 9/00 *Ti*, 44/00 *Fe*.
2. Ilmenit von St. Paulsbay — Quebeck (Kupelwieser a. a. O. S. 205):

FeO_3	10,42	20,35
FeO	37,06	29,59
AlO_3	—	4,00
CaO	—	1,00
MgO	3,60	3,17
Rückstände	—	1,91
TiO_2	48,60	40,00

C. Der Brauneisenstein.

§ 106. Der Brauneisenstein umfasst alle wasserhaltigen Eisenoxyde, sobald sie sich durch eine deutlich braune Farbe, namentlich aber durch einen braunen Strich auszeichnen. Bei der grossen Anzahl von Uebergängen der einzelnen Eisenerze ineinander ist es kaum zu verwundern, wenn in manchen Lagerstätten die Charaktere unsichere sind und z. B. unter den Rotheisensteinen von Spanien und

Algier viele Gemenge reiner Oxyde mit Oxydhydraten auftreten. Was von diesen Gemischen zu der einen, was zu der anderen Erzklasse zu rechnen ist, hängt von dem Vorherrschen der einen oder der anderen Vererzungsform ab, das dann auch das Aussehen bestimmt.

Abgesehen hiervon bietet auch der an Eisenoxyd wirklich gebundene Wassergehalt selbst Veranlassung zur wenigstens mineralogischen Unterscheidung.

Neben der Zusammensetzung $\frac{H_6}{Fe_2} O_9$, welche auf S. 7 bereits als Typus des Brauneisensteins hingestellt wurde (cf. Rammelsbergs Mineralchemie II. S. 185), werden von einzelnen Mineralogen mehrere, theils wasserärmere, theils wasserreichere Hydroxyde des Eisens unterschieden.

Rammelsberg nimmt nun den Goethit als besondere Mineralspecies an, während er den Lepidokrokit als ein Gemenge von Goethit und Brauneisenstein hinstellt.

Die Formeln der gesammten Hydrate sind hiernach

Goethit $H_2 Fe O_4 = \left\{ \begin{matrix} H_6 Fe O_6 \\ 2\, Fe O_3 \end{matrix} \right\}$

Brauneisenstein $H_6 Fe_2 O_9 = \left\{ \begin{matrix} H_6 Fe O_6 \\ Fe O_3 \end{matrix} \right\}$

Erz von der Wölch in Lavantthal und von Hüttenrode a. Harz $H_4 Fe O_5 = \left\{ \begin{matrix} 2\, H_6 Fe O_6 \\ Fe O_3 \end{matrix} \right\}$

Erz von Botallack, Cornwall $= H_6 Fe O_6$ = Normales Hydroxyd.

§ 107. Bei Dana sind eine Menge von Hydraten specialisirt, die hier zur Vereinfachung, als Uebergänge angesehen werden — als welche sie umsomehr bezeichnet werden können, weil der Ausgangspunkt für die Bildung der Hydrate stets das normale Hydroxyd — das Oxydationsprodukt des Eisengehalts der Kohlensäuerlinge, des festen Carbonats und des Schwefeleisens ist.

Nichtsdestoweniger mag hier die Aufstellung des amerikanischen Mineralogen folgen, da sie einige andre Gesichtspunkte bietet.

Dana unterscheidet (S. 167 seines Werkes):

Turgit $\left.\begin{matrix} Fe \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_7$

Goethit . . . $\left.\begin{matrix} Fe \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_4$ = Magneteisen mit H_2 anstatt Fe.

Limonit . . . $\left.\begin{matrix} Fe \\ H_6 \end{matrix}\right\} O_9$

Xanthosiderit . $\left.\begin{matrix} Fe \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_5$ Beauxit $\left.\begin{matrix} \left\{\begin{matrix} Al \\ Fe \end{matrix}\right\} \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_5$

Limnit $\left.\begin{matrix} Fe \\ H_6 \end{matrix}\right\} O_6$

§ 108. Der Turgit oder Hydrohämatit Breithaupt's wird oftmals als Brauneisenstein aufgeführt, von dem er sich nur durch röthliche Färbung unterscheidet. In Deutschland wurde er in Hof und Horhausen, in Russland zu Turginsk, in Amerika zu Salisbury, Ct. gefunden und bestimmt erkannt.

Er enthält 85,3—93,5 Eisenoxyd und 4,6—5,6 Wasser, neben einer sehr wechselnden Menge fremder Beimengungen (1—10/00).

Dana führt an, dass sich nach Davie frischgefälltes Eisenoxydhydrat, durch Kochen in Wasser, in ein wasserärmeres Hydrat (bis 3,52/00 H_2O) verwandle und dass, nach Rodman's Versuchen, der Wassergehalt von der bei der Fällung stattgehabten Temperatur (temperature of origin) abhängig sei. Davie behauptet, dass keine sehr hohe Temperatur nothwendig sei, um rothen Hämatit zu bilden.

Der Goethit als dünnschuppiger, linsenförmiger, rubinrother Eisenglimmer, schon 1789 durch Becher beschrieben, von Mohs als krystallisirter fasriger Brauneisenstein bezeichnet, von Ullmann Pyrrhosiderit und in dem Vorkommen von Hollerterzug Lepidokrokit oder schuppigfasriger Brauneisenstein genannt, ist identisch mit dem haarförmigen Brauneisenstein Hausmanns, dem Nadeleisenerz Breithaupt's, der Sammtblende oder dem Przibramit Glockers und ein Eisenhydroxyd mit 83,5—90,53 FeO_3 und 9,7—11,5 H_2O, oft manganhaltig und quarzführend.

Der Limonit umfasst die eigentlichen Brauneisenerze und enthält in seinen reinsten Absonderungen

FeO_3		80,5—86,77
H_2O		11,6—16,00
SiO_2		0,6— 4,5.

Die zur selben Klasse gehörenden Bohnerze sind viel unreiner und enthalten 5,80—13,00 SiO_2 neben 5,9 — 7,5 AlO_3.

Der Xanthosiderit oder das Gelbeisenerz, von Vielen zum Limonit gerechnet, kommt selten vor und fand sich namentlich im Thüringerwald und am Harz in sehr schönen seidenglänzenden gelbbraunen radialstrahligen Massen. Seine Zusammensetzung bewegt sich zwischen

$$69{,}0\ FeO_3 + 14{,}10\ H_2O$$
$$89{,}41\ FeO_3 + 20{,}43\ H_2O$$

neben geringen Mengen von Mangan, Thonerde und Quarz.

Der Beauxit, das Thonerde- und Aluminum-Mineral ist weiter unten, sowohl bei den Zuschlagserzen als bei den feuerfesten Materialien näher erwähnt.

Der Limnit, auch als Quellerz bezeichnet, kommt in einzelnen Rasenerzen vor und tritt auch stalaktitisch auf.

In der reinen Verbindung sind 61,14—73,7 FeO_3 und 24,4—27,7 H_2O nachgewiesen worden.

Für den Techniker sind alle diese Hydrate als Brauneisenstein zusammenzufassen, da sie im Hochofen sich alle gleich verhalten, leicht reducirbar sind und nur durch ihre erdigen Beimengungen Schwierigkeiten hervorrufen.

§ 109. Das Vorkommen des Brauneisensteins ist ein sehr ausgedehntes, sowohl in geographischer als in geologischer Beziehung. Man findet ihn in allen Ländern und in fast allen Formationen, von den ältesten bis zu den jüngsten; er bildet sich sogar noch täglich von Neuem, wo lösliche Eisenverbindungen dem Contakt der Luft ausgesetzt sind.

In seiner Qualität ist diese Erzform des Eisens sehr ungleich, weil die Erzsubstanz sich in sehr ungleicher Weise niedergeschlagen hat. Während manche Brauneisensteine als Metamorphosen grösserer Massen von Eisencarbonat dieselben Verunreinigungen zeigen wie die primitiven Lagerstätten — haben andere durch Lösung, Transport und Niederschlag eine sehr variable Menge anderer Stoffe, namentlich Erosionsprodukte verschiedener Formationen, organische Reste etc. aufgenommen, welche den Werth solcher Lagerstätten sehr stark beeinflussen.

Die Beschreibung umfasst im Nachstehenden die verschiedenen geographischen Bezirke, ohne auf die geologische Eintheilung besondere Rücksicht zu nehmen, wenn auch einzelne Bildungen z. B. der Raseneisenstein zusammengefasst werden sollen.

Die deutschen Bezirke: Aachener — Limburger Bezirk — Osnabrück — Thüringerwald — Oberschlesien — Jurassische Bezirke: Elsass-Lothringen und Luxemburg; — Bohnerze und Raseneisenstein.
Die österreichisch-ungarischen Bezirke.
Die osteuropäischen Bezirke: Polen und Russland.
Bezirke der See-Erze in Skandinavien.
Die englischen Brauneisenerz-Bezirke.
Die französischen Bezirke.
Der Mittelmeer-Bezirk.
Nord-Amerika.

Bemerkenswerth ist die Seltenheit solcher Brauneisenstein-Lager, welche durch Mächtigkeit und Gleichförmigkeit einer grösseren Eisenindustrie den Stempel zu geben vermögen; die grosse Verbreitung dieser Erzform in fast allen geologischen Etagen ruft eine solche Verschiedenheit nach Auftreten, Charakter und Zusammensetzung hervor, dass nur ausnahmsweise die Brauneisenerze den Stamm des Möllers bilden. Wo dies der Fall ist, ist die Verarbeitung eine leichte, insofern die Reduktibilät der Hydroxyde grösser ist als die einer anderen Form der Vererzung. Auf der anderen Seite verursacht der oft hohe Grad der Verunreinigung erhebliche Schwierigkeiten in der Schlackenbildung und bei der Darstellung bestimmter Qualitäts-Fabrikate.

§ 110. Deutschland enthält einige sowohl bedeutende als charakteristische Brauneisenstein-Lagerstätten, welche manchen grösseren, wie kleineren Bezirken ein eigenthümliches Gepräge aufdrücken. Es darf bemerkt werden, dass wie fast überall, auch in Deutschland die alten Rennfeuer oder Waldschmieden diese Erze mit Vorliebe benutzten, weil das Brauneisenerz hinlänglich leicht reducirbar ist, um in seinen reineren, leichtflüssigeren Varietäten die Ausbeute in solchen primitiven Apparaten nicht zu sehr zu erschweren.

Eine Gegend, in welcher dies der Fall war und deren Brauneisenerze auch zu den allerältesten gehören, ist der Aachener Bezirk und die angrenzenden Theile von Belgien. In allen Thälern des Aachener Waldes und des hohen Venn (fälschlich immer als hohe Veen in den geographischen Lehrbüchern bezeichnet) an den Ufern der Wehe, des Münsterbachs, der Inde, Worm, Geul,

Vesdre und der Amblève etc. kommen Spuren von Rennfeuerbetrieben vor und Franquoy hat in einer geschichtlichen Monographie des Lütticher Bezirks diese alten Betriebsstätten für die belgische Seite des Gebietes genau festgestellt, während bei uns die Spuren allmählig so verwischt werden, dass es schwer halten wird, dieselbe Aufgabe für den deutschen Theil desselben zu lösen.*)

Das Vorkommen der Brauneisenerze in dieser Gegend gehört dem Kohlenkalkstein an und concentrirt sich namentlich an der Grenze mit den Schiefern des Kohlengebirges und der devonischen Formation. Das Erz findet sich in Nestern und Stöcken, unregelmässigen Höhlen- und Kluftausfüllungen des Kalksteins, ist stets blei- und zinkhaltig, und geht in der Tiefe zu Gemengen von Spatheisenstein und Galmei, resp. Schwefelkies- mit Bleiglanz und Blende über.

Das Vorkommen an der Vesdre, wie es von Franquoy (S. 414 a. a. O.) geschildert wird, besteht in Nestern nnd Stöcken, welche auf der Grenze der Quarzschiefer und Kalke des Steinkohlengebirges, sehr häufig aber auch innerhalb der Letzteren auftreten, während ein wenig mächtiges Lager die einzelnen Nester verbindet. Die unteren Schichten gehen mehr in Eisencarbonat über, während die des Dachgesteins aus veränderten Dolomiten bestehen, bei deren Contakt das Erz zu Hydrat und von Schwefelkies und Beiglanzen begleitet wird.

Nach Franquoys Annahme besteht kein Zweifel, dass die verschiedenen Erzvarietäten dieser Lagerstätten aus der Alteration eines Haufwerks weissen Schwefelkieses hervorgegangen sind, wie es noch an der Basis des Ganzen sich findet. Es sind verschiedene gelbere und röthere Hydrate daraus entstanden; andrerseits mögen sich Eisensulfatlösungen mit Kalk zu Eisencarbonaten und Gyps umgesetzt haben, sobald die Nähe bituminöser Substanzen die Oxydation zu Hydrat verhinderte.

Aus alle dem geht hervor, dass das Erz blei- und zinkhaltig ist, aber auch noch Schwefel in verschiedener Menge aufweisen muss.

§ 111. Die Zusammensetzung dieser Erze in Deutschland ist wenig bekannt; die einzigen Hochöfen, welche dieselben verarbeiten, sind die der Concordiahütte bei Eschweiler, während der 1857 errichtete Hochofen Station Stolberg nur kurze Zeit im Betrieb gewesen ist und später ganz abgetragen wurde.

Die Gewinnung findet hauptsächlich auf den Gruben Cornelia bei Eschweiler, Diepenlinchen bei Stolberg und Anfang bei Astenet statt — und sind bezüglich der Zusammensetzung dieser Erze folgende Notizen gegeben worden, bei denen allerdings der Zinkgehalt nicht auftritt.:

	Fe	*Mn*	*P*	Rückstände
Cornelia	40—45	3—6	0,9 —1,5	13—19
„	34—38	5—9	0,6 —1,5	16—24
„	26—38	7—18	0,25—0,55	n. best.
Diepenlinchen . .	40—46	0,5—0,9	0,6 —0,9	14—28
Anfang	44—45,2	0,8—1,23	0,07—0,05	14,6—20,9

§. 112 Die belgischen Erze gleichen Alters sind durch eine grössere Zahl von Analysen bekannt geworden.

In einer schon früher (S. 35 § 59) citirten Arbeit von Habets über die Werthsbestimmung der Eisenerze finden sich zunächst zwei Durchschnittsanalysen der Erze von der Ourthe, die hier folgen sollen:

	Reiches Erz	Armes Erz
H_2O	17,4	15,5
CO^2	1,2	4,2
SiO^2	19,8	23,0
AlO_3	3,8	6,7
CaO	0,9	1,7
MgO	0,43	1,00
FeO	0,00	3,5
FeO_3	54,00	42,0
Mn_3O_4	2,1	1,5
S	0,07	0,2
P_2O_5	0,3	0,7
Fe	37,8	32,1
P	0,13	0,31
Mn	1,6	1,08

*) Bulletins de la société d'émulation 1860. S. 13. In selbem Jahrgang S. 449. Geschichtliche Darstellung der Eisenindustrie der Provinz Lüttich von A. Warzée.

§ 113. Eine grössere Anzahl von docimastischen Analysen stellt Valérius in seiner Roheisen-Fabrikation zusammen. Dieselben umfassen nicht allein die Erze der Vesdre und Ourthe, sondern auch die der westlicheren Bezirke Namur und Charleroi und werden hier unverändert wiedergegeben:

I. Vesdre und Ourthe:	bei 100° H_2O	Glüh-verlust	Roheisen-probe	Fe gehalt	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO
Hodbeaumont, Vesdre	7,10	1,25	46,93	43,00	18,93	1,65	1,30	1,06
Houthem „	13,50	14,36	41,39	37,00	17,10	9,05	0,70	0,45
Oneux „	10,70	13,35	37,31	34,00	21,35	4,55	1,57	0,33
Bois-le-Comte, Ourthe	5,05	13,13	55,50 (?)	45,00	6,80	1,70	0,70	0,20
Alesmont „	11,50	13,00	36,03	35,00	24,25	8,20	1,00	0,50
Euzegotte „	11,25	15,80	34,45	30,00	23,10	5,15	1,50	0,50
Filot „	8,80	11,45	—	45,25	—	—	—	—
Hazoumount „	3,10	16,05	37,35	—	20,15	4,60	3,75	1,78
Nessonvaux „	5,90	6,60	19,08	—	54,40	8,45	0,45	0,33
II. Namur etc.								
Berwimont-Namur	14,80	14,60	—	45,50	Rückstand = 19,00			
Bovines „	2,60	14,97	36,81	34,00	21,35	10,30	0,50	—
Fénal „	16,10	10,30	25,17	22,00	40,00	10,50	0,55	Sp.
Liben „	1,90	13,15	49,97	43,00	17,00	3,90	0,80	0,20
Mallein „	16,50	12,75	42,03	38,00	15,35	7,80	2,50	Sp.
Salet „	—	—	—	38.00	—	—	—	—
Graux-Sambre und Meuse . .	3,30	11,20	36,56	36,00	31,35	3,50	0,35	0,09
Mellet „ „ „ . .	15,80	8,15	40,18	37,00	34,60	1,82	0,67	0,12

§ 114. Bemerkenswerth ist eine alte Analyse eines röthlichbraunen, löcherigzelligen Erzes von Angleur durch Berthier (mitgetheilt traité des essais p. l. v. sèche II. p. 227), welche ergab:

17,00 $H_2O + CO_2$
62,60 FeO_3
3,20 SiO_2 als Quarz
17,20 ZnO (als Carbonat und Silikat vorhanden).

Es ist dies die einzige Analyse dieser Erze, welche den Zinkgehalt offen nachweist.

Aus der schon citirten Arbeit von Franquoy (Revue universelle 25—26. S. 1) entnehmen wir noch folgende Analysen:

	$H_2O + CO_2$	Rückstand	FeO_3	Erden	ZnO	P
Brauneisenstein von Engis, Anal. von Ougrée	13,3	24,20	52,85	5,20	3,01	0,4
Erze von Angleur, Analyse von J. Cockerill	20,0	5,00 SiO_2	64,00	Sp.	12,00 1,50 MnO_3	—
„ „ „ „ „ „	22,0	4,80 SiO_2	67,70	Sp.	17,00	—
„ „ „ Analyse von Paris . .	16,98	3,20 SiO_2	62,62	—	17,20	—
Erze von Grünholz (Bilstein), Anal. v. Ougrée	11,00	36,6	49,20	2,8	—	0,4
Erze von Hestroumont (Theux), Analyse von Ougrée	12,85	8,56	74,65 1,46 FeO	2,13	0,33	—

Aus den gegebenen Durchschnitten, die sehr lehrreich sind, erhellt der Zusammenhang von einerseits Blende und Schwefelkies mit Galmei, Sphärosiderit und Brauneisenstein. Ueberall wird dessen Vorkommen in „Säcken“ oder „Taschen“ betont; seltener scheinen Gänge aufzutreten, vielfach ist es nur ein eiserner Hut von Schwefelerzgängen, der abgebaut wird.

§ 115. Der Eiffel-Bezirk, welcher sich südlich an den Bezirk von Aachen anschliesst, birgt eine grosse Zahl noch wenig bekannter Brauneisenstein-Fundorte, welche zuerst durch die 1873er Collectivausstellung der Firma Krämer von der Quint bei Trier der Oeffentlichkeit einigermaassen nahe gerückt worden sind.

Die geringe Mächtigkeit der einzelnen Lagerstätten, ihre Zerstreutheit und Unzugänglichkeit machen es zu einer schwierigen Aufgabe, sie gehörig auszunutzen. Sie sind meist oberflächlich abgelagert und ziehen sich oft tief in Klüfte und Sprünge des Gesteins nieder, so dass ihr Vorkommen im Grossen und Ganzen dem der Stolberger Erze ähnlich und gleich ist.

Ein Theil dieser Lagerstätte gehört dem mitteldevonischen Kalkstein an (Eiserfey — Keldenich — Sötenich — Steinfeld — Schmittheim — Dahlem), während ein anderer Theil dem Unterdevon (Coblenzer Grauwacke) aufgelagert ist (Ahrthal).

Auch Contakt- oder Grenzlagerstätten von Brauneisenerz sind erwähnt, wo die Rotheisensteine in dieses Erz übergehen (Lommersdorf).

Die oberflächlichen Lagerstätten auf den Coblenzer Schiefern setzen sich naturgemäss südlich von der Mosel fort und erfüllen das ganze Gebiet der genannten Gebirgsformationen.

Die reichsten Vorkommen treten in den Kreisen Simmern und Zell auf; sie scheinen an bestimmte Gebirgsschichten gebunden, finden sich am Ausgehenden derselben und gehen seltener bis in die Tiefe.

Es sind gewiss Eisenoxydhydrate, die einer Auswaschung des Eisenkiesgehaltes mancher Schieferschichten entstammen und nur in Ausnahmefällen sich tiefer als an der Oberfläche ansammeln konnten.

Ein Transport solcher Erzlager scheint die bohnerzartigen Brauneisensteine gebildet zu haben, welche nur in oberflächlicher Muldenablagerung in der Gegend von Kreuznach und Simmern auftreten und als Soonwalder Erze von den vorstehenden Hundsrücker Erzen gewöhnlich unterschieden werden.

Analysen dieser Erze sind nicht bekannt geworden.

§ 116. Die rechtsrheinische Fortsetzung der Lagerstätten von Aachen und Limburg macht sich zuerst bemerklich innerhalb des Kalksteinzuges, der vom Neanderthal bei Düsseldorf über Dornap — Elberfeld — Barmen nach Schwelm sich hinzieht und weiterhin bei Letmathe sich zu grosser Mächtigkeit entwickelt.

Brauneisenerze treten zunächst im devonischen Kalk bei Wülfrath und an der Grenze von Kalk und Schiefer bei Hochdahl auf; diese Lagerstätten sind meist erschöpft und haben desshalb kein Interesse mehr.

Oestlich davon bei Schwelm tritt aber ein Erzlager auf, das für die Jetztzeit von grösserer Bedeutung ist und das auch seiner Mächtigkeit halber eine grosse Ausbeute zulässt (1878: 58,690,000 Kilos).

Es ist das die Lagerstätte der „Rothen Berge", das Ausgehende eines mächtigen Ganges oder Stockes von geschwefelten Erzen, unter denen der Eisenkies vorherrscht. Ueber die Bildung dieser Lagerstätte verbreitet eine im nächsten Abschnitt Spatheisenstein citirte Arbeit von Dr. Muck in Bochum einiges Licht, wesshalb hier darauf verwiesen wird.

§ 117. Die Eisenerze von Schwelm zeigen nachstehende Zusammensetzung:

	H_2O CO^2	FeO_3	Fe	Mn_3O_4	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	ZnO	S	P_2O_5	SO_3	P	S
Analyse von Hörde, Privatmittheilung . .	nicht best.	61,20	42,84	—	0,52	16,80	7,76	1,51	Sp.	—	—	—	—	0,02	0,36
Analyse der Dortmunder Union, Privatmittheilg.	9,88	48,41	33,89	0,21	0,15	28,29	10,03	0,41	0,67	0,73	—	0,10	0,83	—	—
Analyse des Phönix, Privatmittheilung . .	8,77	—	33,83	—	0,16	28,51	10,48	1,11	0,69	—	0,29	—	—	—	—
Niederrheinische Hütte, Privatmittheilung . .	10,04*)	2,14	36,50	(MnO_3) 0,54	0,38	24,62	9,22	1,50	0,25	0,91	—	0,14	—	0,059	0,40
Schalker Gruben- und Hütten-Verein, Privatmittheilung (5 Proben)	—	—	35,10	—	—	25,83		—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	36,16	—	—	25,35		—	—	—	—	—	—	0,022	0,371
	—	—	34,11	—	—	32,11		—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	30,58	—	—	33,74		—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	34,70	—	—	31,57		—	—	—	—	—	—	—	—
Gutehoffnungshütte, Privatmittheilung . .	10,42	52,00	36,40	—	—	25,84	10,28	—	—	—	—	0,06	—	—	0,33

Sie sind als phosphorarme Erze ziemlich gesucht, obwohl der saure Charakter sie andererseits nicht gerade zu Qualitätserzen macht. Der Schwefelgehalt ist bedeutender als der Gehalt von Phosphor, wird aber bei hinlänglich besserer Schlacke und beim Vorhandensein manganhaltiger Erze unschädlich gemacht — mindestens ist dieser Bestandtheil der Nachfrage nie hinderlich gewesen. Der Gehalt an Zink, den die beiden sorgfältigsten Analysen obiger Zusammenstellung ziemlich übereinstimmend angeben, beweist den Zusammenhang des Lagers mit dem darunter befindlichen Blende- und Schwefelkies-Lager, das durch besondere Tiefbaue gewonnen wird.

*) Die Niederrheinische Hütte gibt ausserdem den durchschnittlichen Nässegehalt auf 20/00 Wasser an, was nicht ausser Acht gelassen werden darf.

§ 118. An die Erze von Schwelm schliessen sich die von Bergisch-Gladbach, welche folgende Zusammensetzung zeigen:

	Phönix	Friedrich-Wilhelms-Hütte
Fe	35,97	39,00
Mn	1,58	0,18
SiO_2	17,93	23,5
AlO_3	10,15	11,4
CaO	0,62	1,68
MgO	0,49	0,8
S	0,27	0,1
P	0,05	0,13
Z	0,52	n. best.

Dieses Erz ist dem Erz von Schwelm sehr ähnlich in der Zusammensetzung.

§ 119. Die Brauneisensteine des Siegerlandes, aus der Oxydation der Spatheisensteine entstanden, nehmen sehr verschiedene Formen an. Einmal sind es Spathpseudomorphosen, wiewohl dieselben im Siegen'schen weniger oft auftreten als in anderen Spatheisenstein-Lagerstätten — dann sind es rindenartig gestaltete, zellige, zerfressene, stalaktische, traubige und glasköpfige Formen, gewöhnlich auf oder neben derben Massen sich findend.

Die Verbreitung derselben ist eine ebenso ausgedehnte als die der Spatheisensteine; vorzugsweise entwickelt sind indess die Brauneisensteine auf den ehemals fiskalischen jetzt der Firma F. Krupp gehörigen Gruben zu Horhausen.

Die folgenden aus den verschiedensten Zeiten stammenden in Rammelsbergs Mineralchemie vereinten Analysen lassen die Zusammensetzung der reineren Varietäten des Siegerlandes erkennen.

Goethit und Lepidokrokit:	H_2O	FeO_3	MnO_3	SiO_2	CaO	P_2O_5	CuO
1. Eisenzeche Eiserfeld von Kobell	11,38	86,53	0,51	0,85	—	—	0,9
2. „ „ Schnabel	10,08	89,27	0,65	—	—	—	—
3. Oberkirchen Westerwald, von Kobell	9,47	90,53	—	—	—	—	—
4. Hollerterzug Siegen, von Kobell	11,50	85,65	2,50	0,35	—	—	—
5. „ „ Schnabel	12,68	84,24	2,45	0,63	—	—	—
6. „ „ Rammelsberg	12,20	85,53	2,27	—	—	—	—
7. Huth bei Hamm, Schnabel	11,35	83,51	4,72	0,42	—	—	—
8. „ „ langfasrig, Schnabel	12,63	85,57	1,25	0,57	—	—	—
9. Stilpnosiderit, Katharina bei Hamm, Schnabel	13,32	75,70	—	7,61	—	2,67	—
10. Brauneisenstein Horhausen — Schönberg	13,26	82,27	—	4,50	—	—	—
11. Pecheisenstein Siegen, von Kobell	13,46	82,87	—	0,67	—	3,00	—
12. Brauneisenstein Eiserfeld — Kornfeld, Laboratorium Rammelsberg	13,70	80,10	2,5	—	—	4,60	—
13. Turgit od. Hydrohämatit Horhausen — Pfeiffer, Laboratorium Rammelsberg	5,31	92,93	—	0,93	1,10	—	—

Zu diesen Analysen ist zunächst zu bemerken, dass der Kieselsäuregehalt wo er nicht als Quarz oder Thon deutlich erkennbar ist, einen Eisensilikat angehört, dass die Phosphorsäure als Grüneisenerz bei No. 11 und 12, vielleicht auch bei No. 9 gebunden erscheint und dass der Kupferoxydgehalt als Malachit sich findet.

§ 120. Einige Analysen industrieller Bedeutung folgen hierunter:

Brauneisenstein:	H_2O CO_2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P	CuO
1. Siegener, 10 Varietäten, von Schnabel	10,66	—	—	2,21	—	1,82	—	—	—	—	—	0,00	—	—
	12,57	—	—	8,29	—	10,14	—	—	—	—	—	2,85	—	—
2. Grube Huth b. Hamm, von Karsten	11,425	86,125	—	0,750	—	1,70	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Grube Ansbach b. Linz a. Rh., Wedding (a. a. O. S. 341)	11,39	—	39,33	—	2,60	16,18	12,50	0,52	Sp.	—	0,27	0,09	—	—
4. Grube Ansbach b. Linz, a. Rh., Wedding (a. a. O. S. 341)	16,84	—	25,00	—	4,59	33,01	7,23	0,46	—	—	0,09	0,17	—	—
5. Ohliger Zug, Privatmittheilung der Dortm. Union	10,36	73,34	51,34	2,60	1,87	11,77	0,72	Sp.	Sp.	—	—	0,62	—	—

	H_2O CO_2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P	CuO
6. Grube Huth b. Hamm, Privatmittheilung der Dortm. Union	10,54	66,57	46,61	4,67	3,35	16,53	1,17	0,65	0,03	—	0,005	0,26	0,06	0,215
7. Rossbach b. Dierdorf, Privatmitth. d. Gutehoffnungshütte	10,60	64,60	45,22	6,48	4,67	12,04	4,16	Sp.	Sp.	—	—	0,45	0,19	—
8. Zeche b. Brachbach, Privatmitth. d. Gutehoffnungshütte	10,80	66,08	46,26	6,80	4,90	10,56	3,40	Sp.	Sp.	—	—	0,42	0,18	—
9. Ferdinand b. Waldbreitbach, Privatm. d. Gutehoffnungsh.	9,08	60,24	42,17	4,34	3,49	20,24	3,84	Sp.	Sp.	—	0,33	0,32	0,14	—
10. Grube Huth, Privatmitth. d. Heinrichshütte b. Hamm . .	10,54	65,77	46,04	4,81	3,36	16,53	1,17	0,05	0,03	0,01	—	0,14	—	—
Analysen des Phönix, Dürre, Wiener Bericht S. 90:		0,73 FeO		MnO_3										
11. Hockenrother Eisenkaul b. Raulback	10,38	—	55,79	—	0,14	7,15	2,03	0,45	Sp.	—	0,00	—	0,24	—
12. Jägersfreud, Hummerich . .	8,09	—	46,63	—	0,26	23,53	1,10	0,35	Sp.	—	0,00	—	0,30	—
13. Weidmannshütte, Hummerich	9,83	—	53,83	—	0,22	10,17	1,83	0,40	Sp.	—	0,00	—	0,25	—
14. Wiepenstrost b. Hochhausen	9,30	—	47,89	—	1,97	14,92	3,51	Sp.	0,53	—	0,08	—	0,15	—
15. Bleichertskopf b. Hochhausen	10,51	—	44,00	—	Sp.	22,87	2,73	Sp.	0,89	—	0,00	—	0,14	—

Die vorstehenden Analysen zeigen den Adel und die Reinheit dieser Erzsorten, aus welcher in Deutschland seiner Zeit das Sayner Kanoneneisen erblasen worden ist, und welche jetzt zur Verbesserung der Möller da verwendet wird, wo es sich um Erniedrigung der Reduktions-Temperatur und Steigerung des Schlacken-Schmelzpunktes nebenbei handelt, z. B. bei der Fabrikation des feinkörnigen Giessereiroheisens und gewöhnlichen grauen Bessemerroheisens.

§ 121. Im Süden und Südwesten des Siegerländer Bezirks, im Bezirk der Lahn, des Taunus und Westerwaldes treten zahlreiche Lager von Brauneisenerzen auf, welche erst in den letzten zwei Decennien in den Kreis der Fabrikation gezogen, und z. Th. sehr gesuchte Rohmaterialien geworden sind. Leider verdanken sie einem Umsetzungs- und Auslaugungsprocess ihre Entstehung, der auch andere in den tieferen Gesteinen vertheilte Stoffe in Mitleidenschaft gezogen und dann mit und in dem Brauneisenstein abgelagert hat.

Es gilt dies besonders von der Phosphorsäure — welche neben Braunsteinen und anderen Manganerzen, Roth- und Brauneisensteinen in Phosphoritmassen auftritt und daneben auch nicht ohne Einwirkung auf die Bleierz-Lagerstätten geblieben ist, wo sie zum Vorhandensein von Pyromorphit an verschiedenen Stellen (Holzappel a. d. Lahn, Cransberg im Taunus) Veranlassung gegeben.

Dieser unregelmässig auftretende Phosphorsäuregehalt dämpfte die an das nassauische Brauneisenstein-Vorkommen anfänglich geknüpften Erwartungen und die Zahl der Förderpunkte, an denen gutartige Erze vorwiegend auftraten, verminderte sich, bei fortgehender Untersuchung der neuen Anbrüche.

Man hat wohl in den Brauneisenerzen von der Lahn ein neues und brauchbares Material für den niederrheinischen Bezirk gewonnen, allein die Qualitäten sind nicht immer die gewünschten. Wenn sich die Entphosphorung auf die eine oder andere Art einbürgert, ändert sich das Verhältniss und man wird auch die phosphorsäurereicheren Erze verwenden können.

§ 122. Die Zusammensetzung erhellt aus folgenden Analysen:

		H_2O CO_2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P
1. Lahnerze	Eigenthum der Niederrheinischen Hütte, ohne Angabe der Gruben. Privatmittheilung.	13,10	59,30	41,90	0,09	0,06	21,93	4,10	0,63	0,25	—	—	0,79	0,344
2. „		10,05	39,60	27,72	23,40	16,38	14,25	10,05	1,40	0,50	—	—	0,85	0,372
3. „		11,63	52,78	36,95	18,86	13,20	11,86	3,14	1,01	0,33	—	—	0,99	0,436
4. „		9,80	40,43	28,30	14,18	9,93	25,07	8,67	0,75	0,32	—	—	0,79	0,345
5. „		9,17	63,44	44,42	5,23	3,66	12,41	7,35	0,95	0,35	—	—	1,25	0,544
6. Gloria b. Münster . . .	Gebr. Buderus, Wetzlar. Privatmittheilg.	nicht best.	—	48,70	—	2,01	3,45	12,25	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	—	n. b.
7. Richard b. Langheck . .		„	—	48,10	—	1,95	3,50	13,75	„	„	„	„	—	„
8. Hermanns-Zeche b. Wetzlar		„	—	39,10	—	6,40	nicht best. 20,0 Rückst.		„	„	„	„	—	0,3
9. Schlagkatz b. Wetzlar . .		„	—	29,60	—	14,10	nicht best. 22,4 Rückst.		„	„	„	„	—	0,22
10. Antonia, Nassau . . .	Privatmittheilung der Hörder General-Direction.	„	—	27,44	—	16,21	16,03	8,73	—	—	—	—	—	0,06
11. Schafstall „ . . .		„	—	38,05	—	3,94	nicht best. 18,95 Rückst.		—	—	—	—	—	0,11
12. Schmölsberg „ . . .		„	—	11,11	—	32,43	nicht best. 22,66 Rückst.		—	—	—	—	—	0,24
13. Manganreiches Erz, I. Sorte	Grube Heinrich b. Staffel, Eigenthum der Gutehoffnungshütte. Privatmittheilg.	13,60	37,07	25,95	37,60	27,09	7,06	3,93	Sp.	Sp.	—	—	0,24	0,105
14. „ „ II. „		12,90	44,01	30,95	28,42	20,47	8,40	4,64	Sp.	Sp.	—	—	0,25	0,11
15. Rösterz, I. Sorte		8,88	26,90	13,83	47,45	34,18	10,32	6,84	Sp.	Sp.	—	—	0,16	0,07
16. „ II. „		8,40	40,54	28,38	34,00	24,50	9,66	6,50	Sp.	Sp.	—	—	0,14	0,06

No.	Grube	Quelle	H_2O	CO_2	Fe_2O_3	Fe	Mn_2O_3	Mn	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P
17.	Grube Waldecke	Privatmittheilg. der Gutehoffnungshütte, welche diese Erze verarbeitet.	nicht best.		—	27,32	—	19,83	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	—	—	—	0,13
18.	„ Juliane b. Hadamar		„		—	26,32	—	13,13	„	„	„	„	—	—	—	0,21
19.	„ Victor		„		—	28,11	—	17,67	„	„	„	„	—	—	—	0,21
20.	„ Pletz		„		—	24,04	—	17,51	„	„	„	„	—	—	—	0,23
21.	„ Buchfink b. Runkel	Eigenthum der Gutehoffnungshütte. Privatmittheilg. derselben.	10,80	—	60,84	42,59	1,88	1,35	19,72	5,60	Sp.	Sp.	—	—	0,64	0,28
22.	„ Gustav b. Hadamar		11,20	—	66,14	46,30	1,02	0,73	15,96	4,48	„	„	—	—	0,70	0,30
23.	„ Muhl b. Staffel, I. Sort.		10,96	—	70,36	49,25	7,12	5,13	6,28	3,12	„	„	—	—	0,15	0,06
24.	„ „ „ II. „		10,40	—	57,21	40,05	4,80	3,46	18,04	7,32	„	„	—	—	0,45	0,19
25.	„ Ernst, b. Katzenellnb.		10,24	—	60,06	42,04	4,42	3,18	16,92	7,36	„	„	—	—	0,64	0,28
26.	„ Klöserweide b. Braunfels . .	Privatmittheilung des Schalker Gruben- u. Hütten-Vereins, welcher diese Erze verarbeitet.	nicht best.		—	49,99	—	5,21	R.	6,77	n. b.	n. b.	—	—	—	n. b.
27.	„ „ „ . .		11,02		—	44,77	—	7,13	„	11,70	„	„	—	—	—	„
28.	„ „ „ . .		nicht best.		—	44,34	—	n. b.	„	12,69	„	„	—	—	—	„
29.	„ „ „ . .		„		—	46,35	—	„	„	11,99	„	„	—	—	—	1,39
30.	„ „ „ . .		11,16		—	43,34	—	7,70	„	12,84	„	„	—	—	—	n. b.
31.	„ „ „ . .		11,68		—	41,79	—	4,63	„	18,11	„	„	—	—	—	0,92
32.	„ Runkelerberg b. Vilmar . . .		13,55		—	44,61	—	2,55	„	16,83	„	„	—	—	—	0,28
33.	„ „ „ . . .		nicht best.		—	43,03	—	n. b.	„	18,14	„	„	—	—	—	n. b.
34.	„ „ „ Mulm .		„		—	45,77	—	1,42	„	12,93	„	„	—	—	—	0,258
35.	„ „ „ Stücke .		„		—	54,69	—	2,04	„	3,20	„	„	—	—	—	0,198
36.	„ Sophie b. Aumenau		10,71		—	45,30	—	n. b.	„	20,68	„	„	—	—	—	0,31
37.	„ „ „		nicht best.		—	44,38	—	„	„	22,77	„	„	—	—	—	n. b.
38.	„ „ „		„		—	38,64	—	„	„	28,51	„	„	—	—	—	„
39.	„ „ „		„		—	40,42	—	„	„	28,35	„	„	—	—	—	„
40.	„ „ „		„		—	43,19	—	„	„	20,56	„	„	—	—	—	0,26
41.	„ Schöne Hoffnung b. Weilburg		„		—	50,03	—	„	„	15,12	„	„	—	—	—	n. b.
42.	„ „ „ „		„		—	49,01	—	„	„	17,88	„	„	—	—	—	„
43.	„ „ „ „		„		—	49,45	—	„	„	16,15	„	„	—	—	—	„
44.	„ Weinbach b. Weilburg . . .		„		—	49,90	—	„	„	13,64	„	„	—	—	—	0,22
45.	„ „ „ . . .		„		—	50,92	—	„	„	11,76	„	„	—	—	—	0,19
46.	„ Heinrichssegen b. Aumenau .		„		—	47,19	—	„	„	18,29	„	„	—	—	—	0,58
47.	„ „ „ .		„		—	44,82	—	0,41	„	20,44	„	„	—	—	—	0,39
48.	„ „ „ .		„		—	49,40	—	0,28	„	15,92	„	„	—	—	—	n. b.
49.	„ Bergmann b. Katzenellnb., derb	Neusser Hütte.	„		—	44,00	—	8,00	5,00	5,00	„	„	—	—	0,300	—
50.	„ „ „ mulm.		„		—	34,00	—	8,00	12,09	8,00	„	„	—	—	0,500	—
51.	„ Waldsaum b. Lorheim	Analysen des Phönix. Dürre, Wiener Bericht S. 90.	7,89		—	40,12	—	Sp.	21,12	10,59	0,70	0,32	—	0,12	—	0,87
52.	„ Hahnberg b. Wirbelau		6,16		—	50,76	—	0,26	14,51	4,26	0,83	0,50	—	Sp.	—	0,34
53.	„ Langenbach b. Altendiez		10,06		—	46,68	—	1,41	9,92	7,28	1,10	1,28	—	Sp.	—	0,32
54.	„ „ „		10,38		—	47,62	—	5,64	5,88	4,35	1,86	0,54	—	Sp.	—	0,21
55.	„ Adamsfund b. Gräfeneck		10,36		—	34,05	—	7,43	16,20	10,21	1,28	0,92	—	0,03	—	0,31
56.	„ Glückauf b. Dernbach (Uebergang in Thoneisenstein).		nicht best.		—	32,06	—	1,16	25,50	8,32	2,32	Sp.	—	0,12	—	0,24
57.	„ Glückauf b. Dernbach	Phönix. Wachler's Ber.	„		—	35,97	—	1,58	17,93	10,15	0,62	0,49	—	0.27	—	0,05
																Zn 0,52
58.	„ Runkeler Berg	Anal. d. Dortm. Union. Wachler's Bericht.	„		—	41,30	—	1,68	12,39	4,82	0,89	0,28	—	—	—	0,22
59.	„ Friedrich		„		—	42,00	—	3,50	18,40	3,52	0,42	—	—	—	—	0,05
60.	„ Wuth	Analysen d. Vulcan b. Duisburg. Dürre, Wiener Bericht S. 54.	„		—	29,00	—	12,50		21,7		—	—	—	—	n. b.
61.	„ Schlich Pötz . .		7,93		—	13,37	—	19,24	17,14	6,43	3,45	1,10	—	—	—	1,18
62.	„ Jean		10,40		—	25,10	—	9,41	23,41	11,3	3,77	0,4	—	—	—	0,30
63.	Braunsteinabhub . . .		nicht best.		—	11,10	—	21,52	40,79		nicht best.		—	—	—	0,21
64.	Sahler Schlich		„		—	4,4	—	21,1	44,2		„		—	—	—	n. b.

§ 123. Bemerkenswerth sind die Angaben, welche sich an die Mittheilung mancher der Analysen knüpfen. Die Erze No. 13—16 der beiliegenden Tabelle werden als Gemenge von manganhaltigem Sphärosiderit, Manganspath, Braunstein, Wad und manganhaltigem Brauneisenstein gefördert. Die Sortirung geschieht nach dem Mangangehalt und die kohlensäurehaltigen werden geröstet.

Die Brauneisenerze der Grube Bergmann (No. 49—50) kommen in Lagern und Mulden des devonischen Kalkes zwischen Schalstein und Kalkstein neben Porphyrhebungen vor, füllen oft Mulden von 5—6 m Tiefe ganz aus, so dass auf einer Quadratfläche von ca. 6 Hectaren ca. 100,000,000 Kilos Erz haben genommen werden können. Die Erze bilden drusige Körper und dann wieder mulmige Anhäufungen; — dazwischen fanden sich compakte Manganerze mit 60—80/₀₀ MnO_2. Eine andere Grube derselben Eigenthümerin, die Zeche Laura bei Aumenau gab blauschwarze compakte Erze aus Eisen- und Kalkcarbonat in wechselndem Mischungsverhältnisse bestehend, zwischen hangenden Schiefer und liegenden Kalk auftretend.

Ein der Neusser Hütte gehöriger Brauneisenstein von Heckholzhausen bei Nassau, Grube Sommer, liegt in einem mächtigen Rothletten-Lager in Stücken von 1 Centner bis zu Hirsekorndicke. Die Fördermasse muss durch eine mechanische Aufbereitungs-Anstalt von dem Letten befreit werden, wobei 30/₀₀ Abgang von Letten entstehen. Es bleiben 70/₀₀ sehr edle reine Erze mit

48/₀₀ Eisen, 15/₀₀ Thon und nur Spuren von Phosphor. Nach den Mittheilungen von H. Büttgenbach gehört dieses Erz zu den besten manganfreien Brauneisensteinen Nassaus und giebt besonders gutes Qualitätseisen.

Ueber die Lagerstätte im Allgemeinen ist noch zu bemerken, dass die Brauneisenerze an der Lahn mit den Phosphoriten in einem gewissen Zusammenhang stehen und dass die bedeutendsten Gewinnungspunkte der Letzteren da sich finden, wo auch die Gewinnung von Eisenerzen eine bedeutendere ist. Besonders von Interesse ist, dass der die Eisenerze begleitende Schalstein (ein Produkt der Diabaszertrümmerung) die Elemente des Phosphorits, namentlich das Fluor enthält und dass man z. B. in dem zelligen Kalkschalstein von Limburg, in dessen Maschen der Rotheisenstein deutlich zu erkennen ist, fast 2/₀₀ P_2O_5 gefunden.

Sandberger hat in einer Abhandlung über ein ausländisches Phosphorit-Vorkommen die Ansicht ausgesprochen:

„dass einmal über das Meeresniveau erhobener Korallenkalk in Folge des ursprünglich relativ be-„deutenden, von Silliman in Korallen nachgewiesenen Phosphorsäuregehalts, umso reicher daran „werden könne, je mehr die in kohlensäurehaltigem Wasser löslichen kohlensauren Salze entfernt „werden, und dass, wenn dieser Process sehr lange andauere, Phosphorit den Rest eines solchen „Kalks im Gemenge mit den übrigen Rückständen (Kieselsäure, Thon, Eisenoxydhydrat) „ausmache.“*)

In wieweit das ausgelaugte Eisencarbonat an anderen Stellen wieder Eisenoxydhydrat absetze, wird nicht weiter berührt; es scheint indess, bei der Armuth mancher Lahnerze an Phophorsäure, als wenn die Abscheidung und Ablagerung von Brauneisensteinen auch oft ohne direkte räumliche Beziehung zur Phosphoritbildung hätte stattfinden können.

Jedenfalls muss man bei der Benutzung der braunen Lahnerze die Phosphorsäure mit in Rechnung bringen.

§ 124. An die Lahnerze schliessen sich die Erze des Oberhessischen Bezirks und der Wetterau. Dieselben sind verschiedenen Alters, oft aber jünger als die Erze der Lahn und stehen vielfach mit den vulkanischen Erscheinungen des Vogelsbergs in Verbindung.

Die alte Eisenindustrie jener Gegend, aus der z. B. die Familie Buderus hervorgegangen, deutet schon auf eine frühe Benutzung der verstreuten Eisenerz-Vorkommen. Im weitesten Sinn gehören auch die Erze des Taunusgebietes hierher, welche durch die neueren Untersuchungen über die Waldschmieden des Taunus zwar historische Bedeutung gewonnen haben, doch aber wenig aufgesucht werden.

Einen Uebergang bilden die Manganmulme der oberen Lahn und der Gegend von Giessen, unter denen namentlich die Erze der Gesellschaft E. W. Fernie wohlbekannt und renommirt sind. Demnächst sind Erze aus der Gegend von Langgöns, Friedberg, Hungen etc. ihrer Zusammensetzung nach bekannt geworden, welche in der beifolgenden Zusammenstellung Platz gefunden haben.

	H_2O CO_2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P	Z	
Grube Fernie b. Giessen . . . Anal. d. Vulcans. Dürre, Wien. Ber. 54.	9,10	—	25,1	—	19,0	14,13	8,66	0,99	0,87	—	—	—	0,13	0,6	
Grube Fernie b. Giessen . . . Analyse von Hörde, Privatmittheilung.	nicht best.	—	25,12	—	23,25	15,66 Rückst.		0,02	0,01	—	—	—	0,09	—	
Grube Fernie b. Giessen . . . Anal. d. Gutehoffnungshütte, Privatm.	„	—	25,21	—	20,02	18,79 Rückst.		—	—	—	—	—	0,08	—	
Grube Fernie b. Giessen . . . Anal. d. Heinrichshütte b. Hamm a. Sieg.	„	—	24,82	—	20,42	16,99 Rückst.		—	—	—	—	—	0,07	—	
Grube Fernie b. Giessen . . . Anal. d. Heinrichshütte b. Hamm a. Sieg.	„	—	22,00	—	17,60	26,35 Rückst.		—	—	—	—	—	0,058	—	
Grube Eleonore b. Wetzlar . . Anal. von Gebr. Stumm, Privatmitth.	9,52	56,44	39,52	11,35 14,42 MnO^2	—	5,02	0,89	1,76 $CaCO_3$	—	—	—	0,706	—	—	
Erz von der Wetterau Anal. d. Niederrh. Hütte, Privatmitth.	12,73	55,71	39,00 **)	13,35	9,35	11,07	7,64	0,81	0,25	—	—	0,41	0,179	—	Feuchtigkeit 20/₀₀.
Grube Eisenkaute b. Hungen. . Anal. von Gebr. Buderus, Privatmitth.	nicht best.	—	48,6	—	1,20	nicht best. 9,8 Rückst.		n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	—	0,26	—	Vorkommen auf dem Basalt.
Grube Atzenhain b. Grünberg . Anal. von Gebr. Buderus, Privatmitth.	„	—	45,6	—	0,52	nicht best. 13,5 Rückst.		„	„	„	„	—	0,48	—	
Erz von Friedberg***) Anal. d. Schalker Grub.- u. Hütten-Ver.	—	—	33,52	—	8,15	nicht best. 20,46 Rückst.		„	„	„	„	—	0,188	—	
Erz von Friedberg Anal. d. Schalker Grub.- u. Hütten-Ver.	16,56	—	38,73	—	11,64	nicht best. 13,55 Rückst.		„	„	„	„	—	0,187	—	

*) Stein-Vorkommen von phosphorsaurem Kalk in der Lahn- und Tillgegend. Berlin. Ernst & Korn 1868.
**) Ein Theil des Eisens ist als $FeCO_3$ vorhanden.
***) Auch dieses Erz ist theilweise Spärosiderit.

	H_2O	CO_2	Fe_2O_3	Fe	Mn_2O_3	Mn	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P
Grube Mark Winters b. Guntersh. Anal. d. Schalker Grub.- u. Hütten-Ver.	11,55		—	47,73	—	n. b.	nicht best. 11,91 Rückst.		n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
do. do. do. do.	nicht best.		—	44,29	—	„	nicht best. 17,42 Rückst.		„	„	„	„	—	1,18
do. do. do. do.	„		—	45,26	—	3,23	nicht best. 15,42 Rückst.		„	„	„	„	n. b.	n. b.
Grube Meilhardt b. Giessen (Analysen des Schalker Gruben- und Hütten-Vereins, Privat-mittheilung.)	„		—	31,7	—	16,9	nicht best. 17,3 Rückst.		„	„	„	„	—	0,31
„ „ „	„		—	23,41	—	12,84	n. b. 26,03 Rückst.	8,76	0,10	0,04	—	0,02	n. b.	n. b.
„ „ „	„		—	29,75	—	10,54	nicht best. 26,73 Rückst.		n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	„	„
„ „ „	„		—	34,62	—	7,03	nicht best. 26,28 Rückst.		„	„	„	„	„	„
„ „ „	„		—	33,88	—	10,19	nicht best. 23,76 Rückst.		„	„	„	„	„	„
„ „ „	„		—	37,64	—	7,20	nicht best. 25,59 Rückst.		„	„	„	„	„	„
„ „ „	„		—	37,02	—	7,14	nicht best. 25,20 Rückst.		„	„	„	„	—	0,51
Gr. Gutehoffnung, Stat. Langgöns Anal. d. Schalker Grub.- u. Hütten-Ver.	11,63		—	34,02	—	5,54	17,74	9,20	3,27	—	„	„	n. b.	n. b.
do. do. do. do.	nicht best.		—	33,71	—	6,08	nicht best. 26,25 Rückst.		n. b.	n. b.	„	„	„	„
do. do do. do.	„		—	32,58	—	5,77	nicht best. 28,51 Rückst.		„	„	„	„	„	„
Grube Antonie b. Giessen . . . Basaltisches Erz gewaschen.	„		—	44,20	—	n. b.	13,33	10,63	0,46	„	„	„	—	0,22
do. do. do. do.	„		—	42,56	—	„	nicht best. 16,79 Rückst.		n. b.	„	„	„	—	0,189
do. do. do. do.	„		—	42,48	—	„	nicht best. 15,04 Rückst.		„	„	„	„	—	0,149
Grube Adler b. Langgöns . . . Anal. d. Gutehoffnungshütte, Privatm.	10,74	—	51,57	36,10	13,68 (Mn_3O_4)	9,85	15,92	6,08	Sp.	Sp.	„	„	0,78	0,34

Wie man sieht, ist die Zusammensetzung eine ebenso ungleiche und wechselnde als die Art des Vorkommens der hier zusammengefassten Erze, welche keine selbstständige Bedeutung haben, sondern nur bei geringen Gewinnungskosten lohnende Verwerthung in den eigentlichen Hüttenbezirken finden können.

§ 125. An die rheinisch-westfälischen Reviers grenzen fast unmittelbar die Erze des Hüggelgebirges bei Osnabrück, des Teutoburger Waldes und der Porta Westfalica an. Sie sind jünger als die bisher betrachteten Brauneisenerze und liegen z. Th. in der Zechstein-Formation, z. Th. noch höher.

Das interessanteste dieser Vorkommen ist das 12—22 m mächtige flötzartige Eisenerz-Lager am Hüggel südlich von Osnabrück, welches von der Georgs-Marien-Hütte, Eigenthümerin der Lagerstätte, verarbeitet wird. Bis jetzt wurde der Bergbau hauptsächlich auf dem nördlich von Hüggel belegenen Grubenfeld Hüggel I betrieben, dessen 3200—3600 m lange regelmässige Erzablagerung, theils durch Tagebau, theils durch unterirdischen Betrieb abgebaut wird und, in der durch eine Stollenanlage gelösten oberen Partie, noch ca. 15—16 Jahre lang den Bedarf für die fünf Hochöfen der Hütte liefern kann.

Als sehr starke Reserven bleiben der tiefere Theil der Lagerstätte und das noch unverritzte Feld Hüggel II auf dem Südabhang des Gebirgszuges mit beiläufig 3,400,000 qtm Fläche zurück.

Das Erz ist ursprünglich ein eisenschüssiger dolomitischer Kalk oder ein sehr armer Eisenspath, der im östlicheren Theil des Lagers sich in kalk- und magnesiaärmeren mulmigen Brauneisenstein verwandelt hat, in welchem nur geringe Mengen stückiger Stufen sich vorfinden. Da anfänglich nur die mulmigen Partieen abgebaut wurden, und da auch jetzt noch diese Erzform die dominirende ist, so bot die Verhüttung zuerst bedeutende Schwierigkeiten, deren Ueberwindung namentlich den beiden Hauptleitern des Werkes, und des Betriebes Wintzer und F. Lürmann zu verdanken ist, welche die Georgs-Marien-Hütte zu einer Musterhütte ersten Ranges umgeschaffen haben.

Ausserdem haben die Leiter die technischen und anderen Einrichtungen der Hütte in weiteren Kreisen bekannt gemacht, durch die in der Zeitschrift des hannöverschen Ingenieur- und Architekten-Vereins XVII und XVIII veröffentlichte und auch als Separatabdruck 1872 herausgegebene mit 17 Tafeln ausgestattete Monographie der Hütte, welche speciell vom Oberbaurath Funk und dem General-Direktor Wintzer redigirt worden ist.

§ 126. Die Zusammenstellung der Hüggelerze ist nach neuesten Privatmittheilungen des Herrn Wintzer:

	Mulmiger Brauneisenstein bei 100° getrocknet (sonst mit 30/00 Wasser). Erstes Muster:	Zweites Muster:	Fester Brauneisenstein
SiO_2	31,04	18,67	6,43
AlO_3	2,27	4,82	1,81
FeO_3	50,91	56,29	70,70
MnO_2	6,85	5,62	6,81
MnO_3	—	2,55	—
ZnO	0,26	0,68	—
CaO	0,73	0,56	1,39
MgO	—	0,098	0,78
Al_2O	8,14	10,34	10,59
P_2O_5	0,064	0,078	1,54
BaO	—	—	Sp.
	100,264	100,098	100,05
Fe	35,64	39,40	49,49

Das als Zuschlag benutzte, als eisenhaltiger Zechstein bezeichnete Nachbargestein des Erzlagers enthält, nach derselben Angabe:

SiO_2	6,38
AlO_3	2,09
FeO_3	19,34
MnO_2	1,94
CaO	30,72
MgO	7,38
BaO	Sp.
H_2O	nichts
P_2O_5	nichts
CO^2	32,05
	99,90

Von dem Spatheisenstein ist keine Untersuchung mitgetheilt worden.

Die Förderung betrug fast regelmässig an 250,000,000 Kilos Erze aller Art.

§ 127. Ein ähnliches Erz kommt bei Ibbenbühren in Westfalen, westlich von Osnabrück vor, wo namentlich die Grube Hector Erze liefert, welche früher auf der Porta-Hütte verschmolzen später aber von verschiedenen Werken des Niederrheins gekauft wurden.

Ein Erz von der Grube Hector enthielt:

Fe	Rückstand	P	Glühverlust
46,42	13,39	0,14	12,07
44,91	17,25	—	12,47
45,97	16,08	—	13,33
46,28	15,58	—	12,39
47,28	12,91	—	12,24

nach den Untersuchungen des Schalker-Gruben- und Hütten-Vereins.

Eine alte Analyse von Wedding (mitgetheilt a. a. O. S. 340) ergab:

FeO_3	63,04
MnO_3	3,75
MgO	2,04
AlO_3	Sp.
Rückstand	18,79
H_2O	11,20

Eine Analyse von Hörde ergab für das gleiche Erz:

Glühverlust	10,65
SiO_2	10,15
AlO_3	0,99
CaO	Sp.
MgO	Sp.
Fe	52,52
Mn	2,02
P	0,02
Cu	0,06

Aus diesen Angaben kann man die Natur dieses ebenfalls im Zechstein und auf dem Kohlengebirge auftretenden Brauneisenerzes beurtheilen.

§ 128. Der Harz, der Thüringerwald und die mitteldeutschen Gebirge enthalten ebenfalls z. Th. werthvolle Brauneisensteine, wiewohl dieselben nur ausnahmsweise die Mächtigkeit erreichen, welche an einigen der bereits besprochenen Lagerstätten, sowie an einigen anderen noch zu besprechenden constatirt werden kann.

Unter den Harzer Erzen stehen die von Elbingerode obenan und sind zudem hier noch von besonderem Interesse, weil wie über die dortigen Roth- und Magneteisensteine eingehendere Untersuchungen bekannt gemacht worden sind.

Derselben Quelle (Preuss. Zeitschrift 1868. S. 206 und 207 B) sind nachstehende Analysen entnommen:

	H_2O	CO^2	SiO_2	P_2O_5	FeO	FeO_3	Fe	AlO_3	MnO	CaO	MgO	KaO	NaO	SO_3	Summa	Nummern der Analyse im Original
1. Ochriger Brauneisenstein, Gr. Schröder, Büchenberg .	7,77	0,09	33,38	1,33	1,72	52,19	37,87	0,88	0,25	0,32	—	—	—	0,15	98,08	3.
2. Ochriger Brauneisenstein, Gr. Gelber Gräfenhagensberg	14,65	2,79	15,46	0,15	—	58,03	40,62	1,82	0,82	0,59	2,95	—	—	—	97,26	4.
3. Ochriger Brauneisenstein, Gr. Neuer Gräfenhagensberg	7,27	--	6,40	0,59	3,00	80,12	58,41	1,62	0,76	—	—	—	—	—	99,76	8.
4. Ochriger Brauneisenstein, Gr. Neuer Gräfenhagensberg	9,11	1,30	19,79	0,85	3,69	58,57	43,87	6,36	Sp.	0,25	0,21	—	—	—	100,13	7.
5. Dichter Brauneisenstein, mit Roth- und Magneteisenstein verwachsen, Gr. Neue Zeche	3,54	0,60	20,91	0,48	5,52	63,89	49,01	Sp.	0,63	2,05	1,13	—	—	—	98,75	9.
6. Erdiger Brauneisenstein, Gr. Wasserbad, Tännichen .	12,70	0,65	15,61	0,91	1,52	57,77	41,62	6,00	0,55	0,74	0,13	—	—	—	96,58	14.
7. Ochriges Erz, Gr. Wasserbad, Tännichen	15,74	—	3,39	2,94	1,16	74,08	52,76	2,77	0,35	—	—	—	—	—	100,43	15.
8. Kalkiger Brauneisenstein, Gr. Beständigkeit, Tännichen	9,38	0,03	17,93	0,49	1,40	58,77	42,22	10,28	0,38	1,82	Sp.	—	—	—	100,47	18.
9. Erdiger Brauneisenstein, Gr. Beständigkeit, Tännichen	9,43	0,91	22,49	0,54	2,42	50,79	37,43	11,43	Sp.	0,99	0,54	0,60	0,50	—	100,64	19.
10 Klarer Brauneisenstein, Bohrschacht Hellring . . .	6,45	0,26	16,89	0,73	1,15	65,74	46,91	2,84	0,99	1,28	0,92	—	—	—	97,25	20.
11. Stilpno sideritartiges Erz, Gr. Ehrt, Susenburg . . .	13,41	0,14	15,04	1,06	0,59	69,23	48,92	0,40	0,10	0,22	—	—	—	0,23	100,42	23.
12. Stilpno sideritartiges Erz, Gr. Ehrt, Susenburg . . .	9,57	0,17	3,15	0,40	0,55	84,51	59,57	0,43	0,14	0,29	—	—	—	0,18	99,39	24.
13. Stilpno sideritartiges Erz, Gr. Ehrt, Susenburg . . .	10,13	1,06	23,85	0,40	0,74	58,48	41,51	0,97	2,26	0,58	1,22	—	—	0,13	99,82	25.

§ 129. Die Förderung an Roth- und Brauneisensteinen, welche weiter oben (S. 14) als zu $18^1/_2$ Mill. Kilo möglich veranschlagt worden ist, hat noch lange nicht diesen Voranschlag erreicht. Die Entlegenheit der Elbingeroder Reviere macht diesen Eisenstein für den westfälischen Betrieb werthlos, sobald die Roheisen-Preise das Niveau erreichen, was sie in den Jahren 1877—79 innehielten.

Es ist bekannt (Preuss. Zeitschrift 1878. S. 166: Statistik), dass in diesen schlechten Jahren die dem Hörder-Verein gehörigen Gruben bei Grund und Lautenthal in ihrem Betrieb sehr eingeschränkt worden sind und dass die Büchenberger Erze nur durch Abschlüsse mit der fiscalischen Rothehütte und mit der Georgs-Marien-Hütte bei Osnabrück, die sich in neuester Zeit nach Harzer und anderen Erzen umthut eine Förderung von ca. 7,500,000 Kilos erreichen konnten.

Die sonstigen Harzer Erze kommen zu keiner hervorragenden Bedeutung.

§ 130. Im vollkommensten Gegensatz zu diesen zwar reichen, aber spärlichen und unzugänglichen Erzen des Harzes, stehen die Erze der den Harz nördlich umlagernden jüngeren Schichten.

In der unteren Jura-Formation des Amtes Eimbeck (Bergrevier Hannover) im Hilsthon der unteren Kreide-Formation des Amtes Liebenburg (Bergrevier Goslar) treten Bohnerze und oolithische Eisensteine auf, welche indessen nur spärliche Verwendung finden; dagegen zeigen die Bohnerz-Lagerstätten des Senonsandsteines im Amte Peine (Bergrevier Goslar) eine Höhe der Ausbeutung, welche wenig hinter der des Hüggel-Bezirkes zurücksteht.

Die Erze, welche von der Ilseder Hütte bei Peine verschmolzen werden, sind sehr billig und leicht schmelz- und reducirbar, geben aber ein kaltbrüchiges Eisen, das nur seiner Wohlfeilheit halber in dem bisherigen Maasse Absatz gefunden hat.

Die Produktion dieser Erze ist 1877 (in schlechter Zeit) immer noch über 138,857,000 Kilos im Werth von 263,828 Mark gewesen, woraus sich die Tonne Erz mit pptr. 1,8 Mark berechnet!

Das eigenthümliche Erz besteht aus rundlichen unregelmässigen Brauneisenstein-Körnern und -Knollen, die in einer röthlich-weissen kalkigen oder einer thonigen Masse eingebacken erscheinen. Oft ist diese Grundmasse verwittert und zerstört; die Knollen und Körner müssen dann gewaschen werden und ergeben eine Art grober Graupen, die im Hochofen sich noch nicht sehr festlegen.

Interessant ist das Vorkommen von Braunstein-Geoden oder -Drusen in den Trümmerlager des Erzes, sowie von Phosphoritknollen.

§ 131. Die Analysen dieser Vorkommen sind im Folgenden nach den s. Z. in Wien gemachten Angaben reproducirt (Dürre, Wiener Bericht S. 73):

	Grube Adenstedt thoniges Erz	Grube Bülten kalkiges Erz	Wascherze gemischt	Phosphorit-einschlüsse
H_2O Glühverluste	11,61	7,27	10,64	6,48
FeO_3	58,26	44,16	62,73	16,41
Fe	40,78	30,8	43,91	—
MnO_3	7,31	4,72	5,26	1,00
Mn	5,27	3,4	3,68	—
SiO_2	10,70	3,90	4,87	3,09 Rückst.
AlO_3	4,76	1,00	1,02	1,16
CaO	5,09	21,61	8,90	31,50
MgO	0,44	—	—	0,91
P_2O_5	2,46	2,15	4,08	25,96

Ausserdem (wie immer, wo phosphorsäurehaltige Verbindungen auftreten) ist Fluor nachgewiesen worden.

Das Eisen ist sehr phosphorreich und ist bei den Krupp'schen Entphosphorungsversuchen s. Z. als eminent phosphorhaltiges Material mit Erfolg benutzt worden.

§ 132. Tertiäre Bohnerze kommen südwestlich am Harz an der Fulda vor und werden heute vorwiegend im Kreis Homberg des Casseler Regierungs-Bezirks gewonnen, nachdem die althessischen Hochofenwerke Veckerhagen und Holzhausen ausgelöscht worden sind.

Die Förderung ist nicht bedeutend (1877: 1,800,000 Kilos), weil das Erz gewaschen werden muss; die einzelnen Erzkörner liegen in einem ca. 1 m starken Thonlager eingehüllt und müssen vor der Verhüttung von diesem Bestandtheil erst befreit werden. Es geschieht dies in der von Wedding (Percy-Wedding, II. S. 512 u. ff.) beschriebenen Waschtrommel-Vorrichtung, aber nicht immer vollständig, weil vermuthlich das Verfahren für die heutigen Verhältnisse zu kostspielig ist. Eine Erzsorte — welche auf der Hochofenanlage zu Schalcke bei Gelsenkirchen verschmolzen wird ergab folgende Zahl:

Bohnerz von Wabern (Analyse des Schalker Gruben- und Hütten-Vereins)	1. gewaschen:	47,72 Fe	12,78 Rückst.	0,048 P
	2. halbgewaschen:	41,72 „	18,78 „	0,046 „

Ein Erz von Gebhardshagen in Braunschweig, analysirt von Müller (Wedding-Percy 2, 1, S. 360/61), enthielt:

H_2O	10,3
FeO_3	67,8
Fe	47,46
MnO	0,7
SiO_2	7,9
AlO_3	8,5

CaO	2,8
MgO	0,8
KaO	0,3
P_2O_5	2,3
As_2O_5	0,1
VO_3	0,1

Spuren von Cr, Mo und Cu.

Die süddeutschen Bohnerze, die später behandelt werden sollen, ergeben analoge Verhältnisse.

§ 133. Noch sind zwei Brauneisenerzanalysen mitzutheilen, welche bei Wedding (a. a. O. S. 360) stehen:

Grube Kuhbach bei Rübeland (Analyse Amelung)	86,77 FeO_3	13,23 H_2O		
„ „ „ Hüttenrode (Analyse Murray)	81,41 „	17,96 „	0,17 SiO^2	0,46 C

Der Kohlegehalt des letzten, so sehr wasserreichen Erzes, besteht nur aus Graphit, der in jener Gegend auch für sich allein auftritt.

Eine technische Verwendung finden diese reinen Erze ihrer Seltenheit wegen nicht.

§ 134. Der Thüringerwald und der angrenzende Theil des Frankenwalds, welche in vieler Hinsicht ähnliche Ablagerungen aufzuweisen haben, wie der Harz — zeigen im Bereich des Zechsteins mehrere ziemlich bedeutende und wichtige Brauneisenerz-Lagerstätten. Die eine davon versorgt seit sehr alten Zeiten die Eisenindustrie der Stadt und des Kreises Schmalkalden mit guten Erzen und wird in zwei Gruben, dem Stahlberg und der Mommel ausgebeutet; die andere bei Kamsdorf östlich von Saalfeld gelegen, ist in neuester Zeit wieder in bedeutenderem Maass in Angriff genommen.

Ausserdem wurden noch Brauneisen-Erzgänge in älteren Formationen ausgebeutet, die aber unerheblich sind und bei niedrigen Roheisenpreisen keinen Vortheil gewähren.

Die Lagerstätten bei Schmalkalden bestehen in zwei grossen stockförmigen Massen im Zechstein, deren Ausdehnung je etwa 1200 m Länge, 120 m Breite und 40—80 m in der Höhe beträgt. Die Ausfüllung ist ursprünglich Spatheisenstein gewesen, doch ist derselbe in einem solchen Grade metamorphosirt, dass er vorwiegend als Brauneisenstein anzusehen ist. Auch sind glaskopfartige Gebilde, derbe und fasrige Massen in der Erzmasse ebenfalls vorhanden. Bis auf wechselnde Einschlüsse von Baryumsulfat enthält das Erz keinerlei schädliche Bestandtheile und jene Einschlüsse lassen sich zum grossen Theil bei der Gewinnung aushalten.

§ 135. Eine ältere Analyse des Braunerzes von Buchholz wies nach:

FeO_3	73,75
MnO_3	10,50
H_2O	13,00
$CaCO_3$	2,75
	Sa. 99,80

Neuere Analysen sind von der Firma J. W. Bleymüller in Schmalkalden gelegentlich der Wiener Ausstellung veröffentlicht worden (cf. Dürre, Wiener Bericht S. 60) und folgen hierunter, da sich in den Förderungsergebnissen wenig geändert haben dürfte.

Es enthielten

	Stahlberger Erze		Erze von der Mommel	
	obere Reviere	untere Reviere	rothe Mommel	gelbe Mommel
SiO_2	8,70	7,36	12,78	11,46
$BaSO_4$	7,77	6,70	6,27	8,98
FeO_3	61,93	57,38	61,36	61,38
Fe	43,35	40,17	42,95	42,97
MnO_3	9,88	5,90	8,33	6,10
Mn	6,92	4,13	5,83	4,27
AlO_3	2,26	3,36	2,60	2,90
$CaCO_3$	1,82	7,70	1,96	1,02
$MgCO_3$	0,36	5,72	1,18	1,30
H_2O	7,85	6,85	7,30	8,08
	100,57	100,97	101,78	101,22

§ 136. Auch der Zechsteinmantel des nördlichen Abhanges zeigt am südöstlichen Ende bedeutende Erzlagerstätten; breite Klüfte in den Kupferschiefer-Gebirge sind mit stark metamorphosirtem Spatheisenstein angefüllt und enthalten an manchen Stellen beträchtliche Kupfererzeinschlüsse. Sowohl die Eisenerze als die Kupfererze werden seit langer Zeit am Rothenberg bei Kamsdorf gewonnen und auch noch weiter östlich nach Könitz zu, sind gewinnungswürdige Partieen aufgeschlossen.

Die Mächtigkeit varirt zwischen 3 und 20 m und sind die Erze sehr rein.

Eine durchschnittliche Analyse des Brauneisensteins, den die Maximilians-Hütte im Kamsdorfer Revier gewinnt, weist nach:

H_2O	13,00
FeO_3	68,80
Fe	(48,16)
MnO_3	6,24
Mn	(4,37)
SiO_2	6,43
AlO_3	2,38
CaO	1,97
MgO	0,73
Sa.	99,55

In der Nachbarschaft des Kupferschiefers den die Eisenerzklüfte durchbrechen, enthält der Brauneisenstein auch Kupferlasur und Malachit in wechselnder Menge, ebenso finden sich Knollen von Schwerspath in demselben vor, doch reduciren sich diese Verunreinigungen anscheinend auf wenige Stellen und vermögen bei der Gewinnung ausgehalten zu werden.

Zu bemerken ist, dass ein Theil der Kamsdorfer Erze aus Eisenkalken besteht, welche ihres Eisen- wie ihres Kalkgehaltes wegen als nützliche Zuschlagserze schon in früherer Zeit angesehen wurden. Dieselben enthalten 12—20/00 Eisen und sind theilweise metamorphosirte Gemenge von Eisencarbonat mit Kalk- und Bitterspath.

Die eigentlichen Brauneisensteine jedoch sind kalk- und magnesiaarm, dagegen durch die Auslaugungs- und Waschwässer kiesel- und thonerdereich.*)

§ 137. Auf dem Frankenwald und in dem Voigtlande treten Brauneisensteine in der Grauwacke auf, wo sie theils als Umwandlungen von Spatheisensteingängen erscheinen, theils lager-, putzen- und nesterartig vorkommen. Sie sind weniger eisenreich als die Kamsdorfer Erze, aber enthalten immerhin noch bis 35/00 metallisches Eisen.

Man unterscheidet sogenannte Landeisensteine, welche lager-, putzen-, nieren- und nesterartig in der Grauwacke auftreten. Von den Spatheisenstein-Metamorphosen, welche bei Jocketa abgebaut werden, während die Vertheilung der anderen Erze eine grössere ist. Sie werden vorwiegend auf der Königin Marien-Hütte bei Zwickau verschmolzen und sind von sehr verschiedener Beschaffenheit.**)

§ 138. Eine sehr bedeutende Erzablagerung von Brauneisenstein bietet die Triasformation in Oberschlesien, welche unmittelbar auf dem Kohlengebirge aufruht und von der Oder südlich von Oppeln über Gross-Strehlitz, Tarnowitz, Beuthen, bis tief nach Russland hinein sich erstreckt und ausser Galmei und Bleiglanz, sehr ausgedehnte Lagerstätten eines mulmigen selten mit Stufen durchsetzten Brauneisensteins von sehr wechselndem Gehalt aufweist. Das Vorkommen ist eigenthümlich und besteht in grossen Nestern und Kluftausfüllungen, die vielfach den Charakter oberflächlicher Lagerstätten tragen und weite Strecken des Landes, unter der Ackerkrume liegend, bedecken. Die Mächtigkeit, wie die Zusammensetzung sind sehr schwankend, so dass man erst in neuester Zeit angefangen hat, auf Analysen dieser Erze Werth zu legen.

Der allgemeine Schmelzcharakter war bekannt, ebenso wusste man schon längst die einzelnen Förderungen durch ihr Verhalten im Hochofen zu unterscheiden, benutzte zinkische Erze, dolomitische, thonigere Varietäten, manganhaltigere Sorten je nach den Zuständen des Betriebes.

Diese Erze haben einige sehr unbequeme Eigenschaften gemein — den meist hohen Wassergehalt, den hohen Thonerdesilikatgehalt und die mulmige Beschaffenheit, die im heissen Sommer das Erz verstäuben, im nassen Wetter in Teig verwandeln und im harten Winter zu Schollen gefrieren lässt. Dabei sind die Erze leicht reducirbar, also der Bildung grauen Eisens geneigt, so dass bis in die Jahre 1857—60 das weisse Eisen auf den Oberschlesischen Hochöfen ein nur gelegentliches und unerfreuliches Produkt war. Erst Fortschritte in der Cokesfabrikation, Anlage stärkerer Gebläse und Winderhitzer, sowie Benutzung manganhaltiger Erze, Schweissschlacken und andere nach und nach gemachte Erfahrungen führten zu dem jetzigen Betrieb, der ganz andere Dimensionen angenommen hat, als man noch vor zwanzig Jahren zu hoffen wagte.

*) Weiter erbetenes Material zur Charakteristik der Lagerstätte war zur Zeit des Druckes nicht eingetroffen; es wird hoffentlich später mitgetheilt werden. Der Verfasser.

**) Erbetene Analysen waren zur Zeit des Druckes nicht eingetroffen und werden event. später mitgetheilt. Der Verfasser.

§ 139. In der folgenden Tabelle sind Analysen zusammengestellt, welche die Beschaffenheit der Erze, sowohl aus dem Grosssteiner Revier (Gross-Strehlitz) als aus dem östlichen (Haupt-) Revier und den polnischen Revieren erkennen lassen.

		H_2O	CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	ZnO	P
1. Mulmiges Erz von Grossstein . (Analyse von Bannerth).		3,00	—	60,00	42,00	1,00	0,72	26,00	8,00	—	2,00	—	—	—
2. Tarnow. Erze, geglüht	Amtl. Untersuchung mitgetheilt von Wedding a. a. O. S. 338.	—	—	46,30	32,41	nicht best.		50,—	2,59	Sp.		nicht best.		—
3. do. „		—	—	56,13	39,29	„	„	29,60	14,00	Sp.		„	„	—
4. do. „		—	—	58,10	40,67	„	„	22,20	16,00	1,01		„	„	—
5. do. „		—	—	65,80	46,06	„	„	24,40	9,10	Sp.		„	„	—
6. do. „		—	—	66,10	46,27	„	„	24,50	9,20	Sp.		„	„	—
7. do. „		—	—	66,03	46,22	„	„	18,94	14,99	0,3		„	„	—
8. Neubeuthener Erz	Analysen von Erbreich, Preuss. Zeitschr. XI. S. 334.	31,05	Sp.	43,15	30,20	0,72	0,50	21,93	2,40	0,60	0,15	„	„	—
9. geröstet (berechn.)		—	—	62,62	43,83	1,04	0,73	31,82	3,44	0,87	0,21	„	„	—
10. Erz v. Rudipiekar		28,59	3,86	41,08	28,76	3,12	2,19	13,35	5,76	1,65	1,10	„	2,49	—
11. geröstet (berechn.)		—	—	59,92	41,94	4,55	3,19	19,48	8,34	2,47	1,61	„	3,63	—
12. Erz v. Georgenberg (b. 100° getr.) (Analyse von Witkowitz, Privatmitth.)		(26,50)	—	43,24	30,27	3,57	2,60	40,46	—,—	0,26	—	0,21	—	—
13. Erz v. Mischkow, Polen (desgl.) (Analyse von Witkowitz, Privatmitth.)		10,12	—	73,53	53,47	1,50	1,05	9,54	2,39	Sp.	Sp.	0,317	—	—
14. Erz aus dem Tarnowitz. Bezirk	Mitgetheilt von Wiebmer, Preuss. Zeitschrift 1874. S. 277.	11,46	—	46,42	32,50	3,52	2,72	27,15	7,09	0,88	0,62	0,55	1,91	0,40
15. Erz aus dem Tarnowitz. Bezirk		12,00	—	47,05	32,94	4,30	3,35	24,89	8,88	0,96	0,04	0,49	2,20	0,50
16. Erz aus dem Tarnowitz. Bezirk		8,11	—	50,43	35,3	4,52	3,50	25,47	7,80	1,02	0,50	0,76	2,21	0,11
17. Erz aus dem Tarnowitz. Bezirk		11,45	—	49,95	34,97	3,65	2,82	27,10	5,94	0,31	0,12	0,66	1,02	0,60
18. Trockenberg . .		13,01	—	49,06	34,34	7,23 Mn_3O_4	5,27	21,29	5,99	1,18	0,36	0,63	1,50	n. b.
19. Naclo		10,78	1,35	49,91	34,94	6,20 Mn_3O_4	4,52	25,23	4,87	1,00	0,39	0,27	n. b.	n. b.

§ 140. Viel jünger als alle bisher beschriebenen Erze sind die in Nord- wie in Süd-Deutschland, namentlich aber auf der Westgrenze des Reichs auftretenden Erze der jurassischen Formation.

Wie an vielen Stellen, hat man es hier mit einer Pseudomorphose nach Kalk und einer demnächstigen Umwandlung in Oxydhydrat zu thun.

Doch sind hier wesentlich zweierlei Erzarten zu unterscheiden:

Oolithe und Bohnerze.

Während die erstgenannte Art ein Formationsbestandtheil, eine Gebirgsart, eine bestimmte Schicht zu sein pflegt, ist das Bohnerz gewöhnlich eine lokale Anhäufung eines in runden oder unregelmässigen Körnern mit oder ohne Bindemittel auftretenden Brauneisenerzes.

Beide Sorten sind vorwiegend an die Juraformation gebunden und kommen theils in den obersten Liasschichten, theils in den untersten Schichten des braunen Jura vor. Wie der Name der letztgenannten Abtheilung jurassischer Formationen andeutet, wird hier die braune Eisenfarbe typisch und schon die ältesten Monographisten des Jura haben einen Eisenoolith unterschieden. Man hat es hier mit Imprägnationen von oolithischen Kalken durch eisenhaltige Gewässer zu thun, welche zu mehr oder minder starken Eisenerz-Ablagerungen führten. Das erste Produkt wird wohl Eisenoxydulcarbonat gewesen sein, während an vielen Stellen die theilweise Oxydation desselben nicht ausgeblieben ist, an anderen Stellen wenig oder gar kein Carbonat mehr nachweisbar erscheint.

§ 141. Die mächtigsten Ablagerungen dieser Art sind im Bereich des deutschen und französischen Jura und reichen auch in die nächsten Bezirke der Nachbarländer, z. B. Polen und Russland einerseits, Belgien, Luxemburg und die Schweiz andrerseits hinüber. Die meisten dieser Erze sind wirkliche Brauneisensteine, allerdings meist sehr kalk- und dadurch kohlensäurereich; doch finden sich hinlängliche Beispiele auch von mergeligen und thonigen Varietäten. Auch finden sich Mischungen von Rotheisensteinen mit Brauneisensteinen, von Brauneisensteinen einer-, Rotheisensteinen andrerseits mit Oxydulcarbonaten, selbst mit Berthierit und anderen Eisenverbindungen vor, unter welchen auch Schwefeleisen in Spuren auftreten kann.

Bei manchen der Eisenoolithe dominirt schon in der Lagerstätte das Carbonat derart, dass man diese Erze nur als Sphärosiderite auffassen kann. Bei anderen aber zeigen nur die unteren Bänke der Formation eine grössere Menge Kohlensäure und eine mehr grüne und graue Farbe, während die Hauptmasse gelblich und roth ist.

Die bedeutendste Lagerstätte dieser Art ist die, welche sich von Nancy bis Longwy ausdehnt, indem sie Elsass-Lothringen durchstreicht und in der Nähe der Luxemburgischen Grenze auf beiden Gebieten ihre bedeutendste Entwickelung erhält, während der Bezirk von Longwy in Frankreich und von Athus in Belgien nur unbedeutende Antheile einschliessen. Der Bezirk von Nancy hat erst nach der Abtrennung Elsass-Lothringens Bedeutung bekommen, da der Nordost-Bezirk der französischen Eisenindustrie nunmehr auf dies Gebiet allein angewiesen war.

Nachdem lange Jahre dieses Erz wenig beachtet und in der verächtlichen Benennung „Minette“ die Geringschätzung des so reichlich vorhandenen Materials sich documentirt hatte — wurde es erst

1860 durch die Hochöfen der Providence bei Charleroi aus seiner Zurückgezogenheit gerissen; seit 1862 aber erst begann man in Luxemburg sich mit der Gewinnung und Verarbeitung des Erzes in grösserem Maassstab zu befassen. In Lothringen und bei Longwy existirten schon die grossen Etablissements des Hauses de Wendel, der Firmen Karcher & Westermann, Dupont & Dreyfuss, Haldy & Röchling u. A. die wesentlich auf der Benutzung der Minette des Mosel-Departements und der Kohlen von Saarbrücken basirten, daneben aber auch Bohnerze und anderes Material verbrauchten. Burbach, Neunkirchen, Hallbergerhütte verwendeten ebenfalls Lothringer Minette in wachsendem Maasse, ohne jedoch so ausschliesslich wie das Moselland und Luxemburg darauf angewiesen zu sein.

Mit der wachsenden Bedeutung, die namentlich in einer enormen Produktionssteigerung der Hochöfen sich kundgab (1872—73 schon erblies die Luxemburger Hochofen-Gesellschaft 100 Tons in 24 Stunden) steigerte sich die Zahl der Anlagen. In zehn Jahren wurden im Grossherzogthum Luxemburg allein 15 Hochöfen gebaut und analog wuchs die Zahl der Apparate in den Nachbar-Bezirken. Im Jahre 1873, gelegentlich des in Lüttich abgehaltenen Meeting vom Iron- und Steel-Institute wurde durch einen öffentlichen Vortrag von A. Habets die allgemeinere Aufmerksamkeit der Fachmänner auf die enormen Eisenerz-Ablagerungen dieser Bezirke gelenkt (Revue universelle 1873).

Eine neuere und sehr gründliche Arbeit lieferte der im September 1880 als Professor der Bergwissenschaften zu Aachen verstorbene E. Giesler in der Preussischen Zeitschrift für Berghütten- und Salinenwesen 1875. S. 9. Diese Arbeiten bilden die Grundlage des hierunter Mitgetheilten. Die darin gegebenen Analysen sind durch weitere Untersuchungsergebnisse vervollständigt, von denen eine ganze Anzahl als Beilage zu dem Progrès par la Science durch Léon Fromont (auf einem fliegenden Blatt) herausgegeben worden sind, während die anderen in der Tabelle befindlichen aus verschiedenen Privatmittheilungen entnommen werden konnten. Da diese Erzlagerstätte heutzutage eine sehr bedeutende Zukunft hat, sobald das „Thomasiren" oder „Entphosphoren im Konverter" auch in ökonomischer Beziehung durchgebildet worden ist — erschien es nicht überflüssig, eine grosse Anzahl Analysen zur vollständigen Charakteristik mitzutheilen.

§ 142. Die Topographie der Lagerstätte ist nach Giesler am Besten nach den Aufschlüssen zu beurtheilen, welche bereits vorliegen. Es sind abgesehen von einzelnen geringfügigen Auftreten folgende Gruppen zu unterscheiden:

Luxemburger Gebiet: Belvaux — Esch — Rumelingen, wo die Eisenerzlager zu Tage ausgehen und zu ausgedehnten Tagebauen Veranlassung geben. Die Mächtigkeit der erzführenden Schichten beträgt hier durchgehends 25—30 m; eine im Thal der Alzette von Audun le Tiche auf Esch gerichtete Verwerfung trennt das Gesammtvorkommen in zwei Theile, von welchen der nordwestliche ca. 25 m höher gerückt ist als der südöstliche. In Folge dessen werden im Ersteren drei Erzlager zugänglich gemacht und abgebaut, von welchen im letzteren Theil das unterste fehlt, dagegen durch ein oberstes Lager ersetzt wird, das im gehobenen Theil der Lagerstätte durch Erosion verschwunden ist.

Es sind demnach im Ganzen vier Eisenerzlager constatirt:

- Das liegendste Lager, ein schwarzes sandiges Erz von 1 m gewöhnlicher Mächtigkeit, welche indess bei La Madeleine zu 5 m wächst;
- Das nächst höhere Lager, ein graues Erz, 6—10 m mächtig, durchsetzt mit zahlreichen Kalknieren;
- Das rothe Lager, 9—10 m über dem grauen, annähernd gleichmächtig, ebenfalls häufig von Kalknieren durchsetzt;
- Das oberste rothe Lager, bis zu 3 m mächtig, sehr kieselsäurereich und nur ausnahmsweise abgebaut.

Die Beschaffenheit dieser vier Erzsorten wird durch die anschliessende Tabelle ausreichend nachgewiesen, welche vor Allem Analysen verschiedener Hüttenwerke und Eisenfirmen enthält.

In der zweiten Gruppe, dem Bezirk Redingen (Rodange) — Audun — Oettingen (Ottange) auf der Grenze Luxemburgs und der Reichslande liegend, sind wieder vier Lager nachgewiesen, welche auch nach Villerupt in Frankreich hineinragen und dort abgebaut werden.

In den folgenden Gruppen die Giesler unterscheidet, nämlich Volmeringen — Escheringen, Algringen — Fontoy, Hayingen — Moyeuvre, und Umgebung von Metz sind die drei Hauptlager, der letzten Gruppe, auch das schwarze Lager nachgewiesen und aufgeschlossen, wiewohl der Reichthum des Vorkommens nicht so entwickelt zu sein scheint wie auf dem Luxemburgischen Theil des Vorkommens.

Südöstlich von Metz wird die Lagerstätte durch die Franzosen nach der Annexion von Elsass-Lothringen mit grossem Eifer in Angriff genommen und die Pariser Ausstellung bot eine Menge von Erzmustern, die von den Lothringer Werken eingesandt waren.

§ 143. Die Beschaffenheit der Erze erhellt aus den folgenden Zusammenstellungen, welche in drei Stücke getrennt worden sind. Den Anfang machen die Luxemburger Erze, deren Untersuchung wohl am Erschöpfendsten bis jetzt betrieben wurde.

		H_2O	CO^2	Glühv.	FeO_3	FeO	Fe	MnO_3	MnO	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	SO^3	S	P_2O_5	P	As
Kayl rothes Erz (Habets a. a. O. S. 60)		6,32		—	61,26	—	42,88	Sp.	—	—	9,87 Rückst.	4,73	14,82	1,77	—	Sp.	1,23	—	—
" " " Burbacher Hütte	Léon	8,560	—	—	—	—	47,04	—	—	—	8,12	5,111	18,343 $CaCO_3$	1,009 $MgCO_3$	—	—	0,981	—	Sp.
" " " Burbacher Hütte	Léon	6,377	—	—	—	—	50,31	—	—	—	7,612	4,460	6,927 $CaCO_3$	1,123 $MgCO_3$	—	—	0,683	—	Sp.
" " " Metz & Co. . . .	Fromont	4,988	—	—	—	—	53,902	—	—	—	7,200	4,925	4,710 $CaCO_3$	1,642 $MgCO_3$	—	—	0,728	—	Sp.
" " " Privatmittheilung		7,37	—	—	39,94	—	27,95	—	—	—	5,200 (39,65 Rückst.)	1,61	3,80	0,200	0,26	0,10	2,60	1,13	—
Esch roth	Habets a. a. O. S. 61.	18,60		—	49,25	—	35,25	0,70	—	0,5	23,55 Rückst.	5,75	12,00	1,20	0,50	0,20	0,72	—	—
" "	Habets a. a. O. S. 61.	17,55		—	58,15	—	40,70	—	—	—	7,80 Rückst.	8,00	7,60	—	—	—	—	—	—
" " Burbacher Hütte	Léon	2,448	—	—	65,90	—	46,13	—	—	—	5,637	4,009	19,069 $CaCO_3$	0,998 $MgCO_3$	—	Sp.	0,925	—	0,014
" " Metz & Co.	Fromont	6,955	—	—	67,11	—	46,97	—	—	—	6,726	7,783	7,323 $CaCO_3$	0,911 $MgCO_3$	0,015	0,006	1,800	—	0,015
" grau N. N.	Fromont	—	—	—	38,571	—	27,00	—	—	—	7,007	4,862	41,806 $CaCO_3$	0,966 $MgCO_3$	Sp.	Sp.	1,354	—	Sp.
Proben bei Esch gewonnen	Analysirt auf dem Phönix, Giesler a. a. O. S. 36.	nicht best.		—	—	—	46,18	—	—	0,56	12,03	n. b.	1,65	n. b.	—	1,84	1,07	—	Sp.
" " " "	Analysirt auf dem Phönix, Giesler a. a. O. S. 36.	"		—	—	—	32,62	—	—	0,54	7,16	"	18,52	"	—	0,068	1,73	—	Sp.
" " " "	Analysirt auf dem Phönix, Giesler a. a. O. S. 36.	"		—	—	—	42,56	—	—	0,59	10,18	"	3,12	"	—	0,46	1,94	—	Sp.
" " " "	Analysirt auf dem Phönix, Giesler a. a. O. S. 36.	"		—	—	—	44,11	—	—	0,25	11,32	"	3,84	"	—	0,057	2,67	—	Sp.
Proben vom Pickberg, graues Lager	Giesler a. a. O. S. 36.	"		—	—	—	28,75	n. b.	n. b.	n. b.	24,26	"	10,05	"	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	Sp.
" " " 4 m tiefer	Giesler a. a. O. S. 36.	"		—	—	—	38,21	"	"	"	10,89	"	8,52	"	"	"	"	"	Sp.
" " " 7 m "	Giesler a. a. O. S. 36.	"		—	—	—	34,04	"	"	"	15,64	"	6,76	"	"	"	"	"	Sp.
Esch, Lallingerberg, untere Schicht .	Privat-mittheilung	17,52		—	55,54	—	39,31	"	"	"	2,53 (7,03 Rückst.)	2,34	12,34	—	0,50	0,20	2,09	0,91	—
" " obere Schicht (secundär) .	Privat-mittheilung	8,15	9,31	—	55,87	—	39,10	"	"	"	3,13 (5,28 Rückst.)	3,51	12,90	0,27	0,10	0,04	1,42	0,62	—
" " obere Schicht .	Privat-mittheilung	0,72	10,06	—	71,28	—	49,25	"	"	"	3,70 (3,60 Rückst.)	7,40	2,32	0,00	0,08	0,032	0,87	0,37	—
" " obere Schicht (kalkig) .	Privat-mittheilung	4,83	9,61	—	64,34	—	45,03	"	"	"	4,52 (4,32 Rückst.)	5,86	6,12	0,00	0,02	0,08	0,36	0,16	—
Lallingerberg bei Esch	Giesler a. a. O. S. 36.	n. b.	7,49	10,41	57,35	—	39,18	"	"	"	7,83	5,13	9,64	0,13	0,35	—	1,45	—	—
" " "	Giesler a. a. O. S. 36.	"	3,63	10,38	61,19	—	42,83	"	"	"	9,80	7,83	5,00	0,25	0,22	—	1,69	—	—
" " "	Giesler a. a. O. S. 36.	"	n. b.	7,96	34,65	—	—	"	"	"	51,18	2,69	1,87	0,26	0,11	—	1,26	—	—
Katzenberg bei Esch, grau	Giesler a. a. O. S. 36.	"	7,26	10,00	50,70	—	35,49	"	"	"	14,22	2,93	12,09	0,42	0,25	—	2,18	—	—
" " " roth	Giesler a. a. O. S. 36.	"	2,47	11,72	62,37	—	43,65	"	"	"	11,74	5,95	3,68	0,27	0,11	—	1,72	—	—
" " " sandig	Giesler a. a. O. S. 36.	"	1,35	3,58	25,51	—	17,85	"	"	"	62,67	3,63	1,71	0,38	0,13	—	1,04	—	—
Belvaux, grün	Habets a. a. O. S. 61.	15,00		—	47,75	—	33,43	0,40	—	0,28	24,40 Rückst.	10,25	2,70	—	0,075	0,03	bei AlO_3 mit bestimmt	—	—
" grau	Habets a. a. O. S. 61.	15,60		—	61,50	—	43,05	0,80	—	0,56	11,20 Rückst.	8,40	1,70	—	0,050	0,02	bei AlO_3 mit bestimmt	—	—
" roth	Habets a. a. O. S. 61.	18,50		—	47,60	—	32,90	1,29	—	0,90	10,20 Rückst.	11,00	13,00	—	0,075	0,03	bei AlO_3 mit bestimmt	—	—
" braun	Habets a. a. O. S. 61.	25,10		—	30,65	—	21,46	n. b.	n. b.	n. b.	16,50 Rückst.	6,35	21,00	—	—	—	bei AlO_3 mit bestimmt	—	—
" grau	Privat-mittheilungen	11,52	5,02	—	59,91	—	41,93	"	"	"	11,12 Rückst.	3,78	6,47	0,33	0,21	0,084	1,62	0,70	—
" roth	Privat-mittheilungen	11,78	4,25	—	58,44	—	40,90	"	"	"	16,63 Rückst.	4,95	5,59	0,49	0,25	0,100	2,61	1,13	—

		H_2O	CO_2	Glühv.	Fe_2O_3	FeO	Fe	Mn_2O_3	MnO	Mn	SiO^2	Al_2O_3	CaO	MgO	SO^3	S	P_2O_5	P	As
Belvaux, schwarzes Lager	Analysirt in Esch, Giesler a. a. O. S. 35 u. 36.	n. b.	7,75	9,98	56,79	—	39,73	n. b.	n. b.	n. b.	9,01	4,37	10,36	0,27	0,130	—	1,36	—	n. b.
„ Sohle des grauen Lagers		„	5,41	7,07	48,80	—	34,20	„	„	„	24,81	4,49	6,98	0,47	0,159	—	1,84	—	„
„ Mitte „ „ „		„	2,61	11,54	62,43	—	43,60	„	„	„	11,40	6,52	3,82	0,35	0,127	—	1,19	—	„
„ Decke „ „ „		„	7,08	7,85	52,62	—	36,83	„	„	„	13,55	7,06	9,21	0,39	0,21	—	2,01	—	„
„ braunes Lager		„	14,07	4,97	36,55	—	25,78	„	„	„	19,35	4,97	17,83	0,33	0,19	—	1,76	—	„
Differdingen, braunzellig	Habets a. a. O. S. 61.	nicht best.		—	59,26	—	41,50	„	„	„	17,40 Rückst.	7,80	3,20	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	—	—
„ grau		15,87		—	51,63	—	36,14	„	„	„	18,58 Rückst.	11,43	2,13	„	„	„	bei Al_2O_3 best.	—	—
„ roth		16,11		—	56,59	—	39,61	„	„	„	14,53 Rückst.	10,21	2,86	„	„	„		—	—
„ Eisenkalk		nicht best.		—	n. b.	—	26,00	„	„	„	9,50 Rückst.	6,40	20,10	„	„	„	n. b.	—	—
„ röthlich	Léon Fromont	7,085	—	—	48,45	—	33,914	„	„	„	4,82	7,019	27,926 $CaCO_3$	1,314 $MgCO_3$	Sp.	Sp.	1,432	—	Sp.
„ Alluvialerz	Privat-mittheilung	10,83	0,00	—	53,61	—	37,53	„	„	„	4,64 / 24,83 Rückst.	2,00	0,20	2,79	0,00	0,00	1,100	0,48	—
„ gewöhnliches Erz		13,69	—	—	65,76	—	46,03	„	„	„	6,12 / 9,31 Rückst.	1,60	1,46	0,00	0,72	0,29	1,34	0,58	—
„ „tiefstes Erz", Ziegler	Privat-mittheilung	13,05		—	53,14	—	37,20	„	„	„	22,80	9,11	2,55	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
„ gew. Erz, Laboulle		15,30		—	57,71	—	40,40	„	„	„	14,10	10,44	1,60	„	„	„	„	„	„
„ Eisenkalk, „		25,10		—	40,75	—	28,50	„	„	„	9,75	5,30	18,35	„	„	„	„	„	„
„ de Gerlache	Privat-mittheilung	15,06		—	54,53	—	38,17	„	„	„	14,69	3,95	11,67	„	„	„	„	„	„
„ „		15,26		—	51,67	—	36,27	„	„	„	16,10	4,44	12,17	„	„	„	„	„	„
„ „		14,03		—	56,43	—	39,50	„	„	„	15,14	3,21	11,28	„	„	„	„	„	„
„ „		16,38		—	44,98	—	31,49	„	„	„	17,95	5,90	13,87	„	„	„	„	„	„
„ „ Eisenkalk		26,32		—	24,78	—	17,35	„	„	„	16,53	3,63	28,13	„	„	„	„	„	„
„ „ „		25,15		—	37,45	—	26,22	„	„	„	8,85	6,75	21,10	„	„	„	„	„	„
„ „ „		27,10		—	32,64	—	22,84	„	„	„	7,75	6,40	25,72	„	„	„	„	„	„
„ „ grau		20,35		—	47,77	—	33,44	„	„	„	11,90	6,98	11,90	„	„	„	„	„	„
„ „ „		9,84	7,98	—	48,06	—	33,64	„	„	„	11,69	5,56	11,60	1,31	—	0,08	1,45	—	„
Niedercorn, zellig	Habets a. a. O. S. 61.	17,00		—	59,67	—	41,77	„	„	„	15,18 Rückst.	5,93	1,02	—	n. b.	n. b.	1,21	—	„
„ grau		15,80		—	50,30	—	35,21	„	„	„	21,54 Rückst.	8,09	2,50	n. b.	„	„	1,36	—	„
„ roth		17,16		—	59,28	—	41,50	„	„	„	10,76 Rückst.	5,76	4,95	„	„	„	1,87 mit	—	„
„ Eisenkalk		27,03		—	34,93	—	24,45	„	„	„	7,85 Rückst.	6,33	23,74	„	„	„	Al_2O_3 best.	—	„
„ röthlich	Léon Fromont	10,778		—	41,438	—	29,00	„	„	„	3,996	8,722	31,167 $CaCO_3$	1,146 $MgCO_3$	Sp.	Sp.	1,328	—	0,006
„ grau	Privat-mittheilung	2,40	8,95	—	62,71	—	43,89	„	„	„	15,14 incl. Rückst.	5,51	3,06	0,21	0,15	0,06	1,85	0,80	n. b.
„ roth		7,09	9,11	—	50,23	—	35,16	„	„	„	15,64 incl. Rückst.	6,49	9,06	0,29	0,19	0,076	1,93	0,84	„
Obercorn		2,05	10,16	—	62,44	—	43,73	„	„	„	13,01 incl. Rückst.	7,05	3,11	0,23	0,17	0,088	1,77	0,77	„
Niedercorn, schwarzes Lager	Analysirt in Esch. Giesler a. a. O. S. 35.	n. b.	4,34	9,75	57,93	—	40,55	—	—	—	13,91	6,22	5,48	0,41	0,23	—	1,71	—	„
„ Sohle des grauen Lagers		„	4,30	8,07	57,03	—	39,91	—	—	—	17,93	5,59	5,31	0,27	0,13	—	1,40	—	„
„ Decke „ „ „		„	2,40	8,95	62,71	—	43,89	—	—	—	15,14	5,51	3,06	0,23	0,15	—	1,85	—	„
„ rothes Lager		„	7,09	9,11	50,23	—	35,16	—	—	—	15,64	6.49	9,06	0,29	0,19	—	1,93	—	„
La Madeleine, graufein, (Habets a. a. O. S. 61)		16,35		—	53,50	—	37,50	0,50	—	0,35	15,65 Rückst.	5,25	7,25	1,00	—	0,03	0,78	—	„
„ (Privatmittheilung)		7,41	8,34	—	44,63	—	31,24	n. b.	n. b.	n. b.	21,13	0,87	9,50	0,37	0,19	0,076	1,51	0,66	„

Fundort	Quelle	H_2O	CO_2	Glühv.	FeO_3	FeO	Fe	MnO_3	MnO	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	SO^3	S	P_2O_5	P	As	
Klopp b. Redingen, grau fein	Habets a. a. O. S. 61.	18,00 (H_2O + CO_2)		—	51,00	3,00	38,00	0,75	—	0,53	16,50 Rückst.	5,00	10,25	0,65	—	0,02	0,70	—	n. b.	
„ „ schwarz	Habets a. a. O. S. 61.	12,92		—	57,85	n. b.	40,50	Sp.	—	Sp.	16,92 Rückst.	5,96	4,27	0,48	—	0,15	1,25	—	„	
„ „ Eisenkalk	Habets a. a. O. S. 61.	27,50		—	35,02	„	31,51	n. b.	n. b.	n. b.	6,25 Rückst.	2,95	26,63	0,42	—	0,11	1,25	—	„	
Schifflingen, N. N. (roth)	Léon Fromont	5,787	n. b.	—	39,13	„	27,389	„	„	„	5,30	7,483	41,010	1,112	Sp.	0,009	0,992	—	0,096	wie früher schon sind CaO und MgO als $CaCO_3$ resp. $MgCO_3$ bestimmt.
„ N. N. (roth)	Léon Fromont	4,894	„	—	46,13	„	32,290	„	„	„	5,388	6,764	34,030	0,876	0,038	0,008	1,048	—	0,074	
„ Burbacherh. (roth)	Léon Fromont	5,627	„	—	44,12	„	30,884	„	„	„	5,471	6,800	35,119	0,854	Sp.	0,006	1,000	—	0,068	
Rümelingen, Brasseur & Co. (graue Varietäten)	Léon Fromont	4,578	„	—	45,58	„	31,908	„	„	„	1,513	7,202	28,145	1,007	0,014	0,004	1,480	—	Sp.	
„ Metz & Co. (graue Varietäten)	Léon Fromont	5,248	„	—	49,61	„	34,724	„	„	„	0,807	6,917	25,991	0,911	0,015	Sp.	1,209	—	„	
„ Burbacherh. (graue Varietäten)	Léon Fromont	3,163	„	—	83,00	„	58,100	„	„	„	6,964	3,612	2,550	0,309	Sp.	—	0,924	—	„	
„ Giraud & Co. (graue Varietäten)	Léon Fromont	5,542	„	—	72,21	„	50,547	„	„	„	7,875	4,900	6,881	0,525	Sp.	Sp.	0,996	—	„	
„ Colard Fréres (graue Varietäten)	Léon Fromont	4,143	„	—	41,73	„	29,210	„	„	„	8,239	6,427	37,549	1,928	0,007	Sp.	1,445	—	„	
„ Metz & Co. (graue Varietäten)	Léon Fromont	2,215	„	—	83,91	„	58,735	„	„	„	6,907	4,551	2,308	0,366	Sp.	Sp.	0,903	--	„	
„ Brasseur & Co., roth	Léon Fromont	5,102	„	—	40,20	„	28,142	„	„	„	6,017	7,005	39,973	1,009	0,010	0,006	1,113	—	0,087	
„ oberste Lage	Privatmittheilung	4,34	5,39	—	43,79	„	30,65	„	„	„	27,54	5,79	8,09	0,04	0,12	0,05	0,69	0,30	n. b.	
„ Abfall	Privatmittheilung	9,21	16,56	—	29,54	„	20,67	„	„	„	4,29 Rückst. 5,79	2,29	19,39	Sp.	0,12	0,05	0,64	0,41	„	
„ Eisenkalk	Privatmittheilung	6,72	27,32	—	20,07	„	14,04	„	„	„	16,12 Rückst. 1,51	0,85	41,00	0,09	0,05	0,02	1,19	0,51	„	
„ roth	Privatmittheilung	8,20	11,77	—	48,13	„	33,69	„	„	„	1,49 Rückst. 3,77	4,56	17,14	0,26	0,20	0,03	1,30	0,56	„	
Rümlinger Tagebau, grau	Analysen von Esch, Giesler a. a. O. S. 36.	n. b.	9,44	5,83	59,50	3,25	44,18	„	„	„	4,72 Rückst. 6,88	0,95	13,27	0,05	0,00	—	1,12	—	„	
„ „ roth	Analysen von Esch, Giesler a. a. O. S. 36.	„	4,36	11,83	59,22	n. b.	41,45	„	„	„	9,16	4,99	8,09	0,40	0,20	—	1,72	—	„	
„ „ sandig	Analysen von Esch, Giesler a. a. O. S. 36.	„	1,41	3,07	43,66	„	30,56	„	„	„	45,18	1,71	3,27	0,17	0,09	—	1,47	—	„	
An der Grenze bei Redingen	nach Braconnier Giesler a. a. O.	„	n. b.	15,9	40,1	„	28,1	„	„	„	1,9	16,7	3,2	1,9	n. b.	n. b.	0,00	—	„	
„ „ „	nach Braconnier Giesler a. a. O.	„	„	23,4	52,3	„	36,6	„	„	„	6,8	6,5	10,5	0,3	„	„	0,08	—	„	
Dudelingen, Burbacherh., grünlich gelb	Léon Fromont.	9,990	--	—	56,54	„	39,579	„	„	„	9,945	8,111	12,204 $CaCO_3$	1,329 $MgCO_3$	0,029	Sp.	1,227	—	0,086	
„ Langenberg, Privatmittheilung		6,67	18,13	—	39,23	„	27,46	„	„	„	5,98 incl. Rückst.	4,59	23,19	0,18	0,13	0,052	1,89	0,82	n. b.	
Tetingen, unt. Sch., Burbacherh. grünlich	Léon Fromont	4,556	n. b.	—	—	„	57,40	„	„	„	4,992	3,659	4,310	0,688	0,059	Sp.	1,450	—	Sp.	CO^2 ist in der CaO und MgO Bestimmung eingeschlossen.
„ „ „ grüngrau	Léon Fromont	10,230	„	—	—	„	44,881	„	„	„	9,905	7,587	5,908	0,912	0,062	Sp.	1,529	—	0,070	
„ „ „ dunkelgrün	Léon Fromont	4,516	„	—	—	„	55,314	„	„	„	7,743	7,060	2,111	0,306	Sp.	Sp.	0,898	—	Sp.	
„ „ „ gelbgrün	Léon Fromont	3,776	„	—	—	„	30,183	„	„	„	6,300	5,414	41,007	0,993	0,083	Sp.	1,012	—	0,076	
„ „ N. N. gelb	Léon Fromont	5,114	„	—	—	„	26,149	„	„	„	4,927	4,449	45,125	0,921	0,042	Sp.	1,006	—	0,082	
„ ob. Sch., Metz & Co., dunkelgrün	Léon Fromont	4,064	„	—	—	„	51,177	„	„	„	8,145	7,961	4,877	0,904	0,026	0,016	0,933	—	0,051	
„ „ „ schwarzgrün	Léon Fromont	4,008	„	—	—	„	32,213	„	„	„	5,123	4,500	40,014	0,907	Sp.	—	0,711	—	0,040	
„ „ Burbacherh. metallischgrün	Léon Fromont	4,166	„	—	—	„	57,196	„	„	„	6,943	4,170	2,590	0,278	0,014	0,011	1,142	—	0,048	
„ „ „ grau muschelr.	Léon Fromont	4,121	„	—	—	„	28,000	„	„	„	4,455	4,343	46,020	0,897	0,053	—	0,869	—	0,062	
Redingen, Burbacherh., gelb thonig	Léon Fromont	8,600	„	—	—	„	33,548	„	„	„	13,618	6,702	21,000	0,986	0,040	Sp.	1,616	—	0,022	
„ Metz & Co., „ „	Léon Fromont	7,995	„	—	—	„	30,403	„	„	„	14,721	6,690	22,873	0,903	0,025	Sp.	1,488	—	0,034	
„ N. N., roth	Léon Fromont	7,315	„	—	—	„	31,021	„	„	„	18,522	5,375	21,635	1,088	Sp.	0,081	1,204	—	0,011	
Specielle Ermittelungen der Gesellschaft Redingen. Privatmittheilung.																				
Redingen, Untere Etage, obere Schicht		14,55 (H_2O + CO_2)		—	54,45	„	—	„	„	„	18,56	9,65	2,60	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	
„ „ „ untere „		9,91		—	37,85	„	—	„	„	„	44,20	7,95	Sp.	„	„	„	„	„	„	
„ Obere „ roth		16,25		—	39,50	„	—	„	„	„	22,20	10,70	8,70	„	„	„	„	„	„	
„ „ „ „		16,55		—	50,83	„	—	„	„	„	13,85	11,83	6,90	„	„	„	„	„	„	
„ „ „ „		16,30		—	51,75	„	—	„	„	„	11,76	7,01	10,45	0,56	—	0,09	1,77	0,79	„	
„ Untere „ grau		11,27		—	57,90	„	—	„	„	„	18,46	5,68	3,80	1,12	—	0,08	1,63	0,72	„	
„ „ „ „		14,89		—	54,76	„	—	„	„	„	13,57	5,89	7,35	1,30	n. b.	n. b.	1,55	0,676	„	

Specielle Ermittelungen der Gesellschaft Redingen. Privatmittheilung.		H_2O	CO_2	Glühv.	FeO_3	FeO	Fe	MnO_3	MnO	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	SO^3	S	P_2O_5	P	As
Redingen, Untere Etage, obere Schicht, graue		13,00		—	59,77	n. b.	—	n. b.	n. b.	n. b.	14,41	5,68	4,90	0,23	n. b.	n. b.	1,90	0,80	n. b.
„ Obere „ untere „ roth		18,25		—	42,93	„	—	„	„	„	16,21	6,60	14,95	0,52	„	„	1,03	0,45	„
„ „ „ obere „ „		13,92		—	61,44	„	—	„	„	„	9,68	5,87	5,50	0,97	„	„	2,176	0,955	„
„ Ausgehendes		11,41		—	53,90	„	—	„	„	„	21,55	8,26	2,52	0,99	„	„	1,60	0,78	„
„ Obere Lagen der beiden Etagen zusammen		14,17		—	58,11	„	—	„	„	„	11,21	6,84	8,50	Sp.	„	„	1,45	0,62	„
„ Eisenkalk der oberen Etage		25,01		—	33,56	„	—	„	„	„	10,79	7,12	21,50	Sp.	„	„	1,60	0,70	„
La sauvage, grau, Girand & Co.	Léon Fromont	4,804	—	—	—	„	35,718	„	„	„	8,832	5,185	28,729 $CaCO_3$	1,062 $MgCO_3$	0,017	Sp.	1,321	—	0,013
„ roth, Forges de Molenne	Léon Fromont	8,802	—	—	—	„	28,285	„	„	„	10,491	6,003	29,912 $CaCO_3$	1,007 $MgCO_4$	0,012	0,005	1,569	—	0,077
Petingen, Forges de Molenne	Privatmittheilung	11,21	n. b.	—	—	„	48,90	„	„	„	2,78 9,05 Rückst.	5,40	0,09	0,00	0,10	0,04	1,32	0,60	n. b.
„ Gesellschaft Athus	Privatmittheilung	13,80		—	53,90	„	—	„	„	„	15,15	9,02	6,65	0,64	—	0,075	1,53	0,68	„
Clemency	Privatmittheilung	10,26	n. b.	—	69,51	„	48,65	„	„	„	2,93 11,62 Rückst.	3,31	0,37	0,07	0,33	0,14	1,58	0,75	„
Schouweiler	Privatmittheilung	10,64	3,79	—	29,54	„	20,68	„	„	„	37,98 incl. Rückst.	8,50	9,66	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	„
Mamer	Privatmittheilung	15,29	n. b.	—	48,19	„	33,73	„	„	„	3,53 25,75 Rückst.	3,45	2,10	0,10	0,15	0,06	1,45	0,43	„
Garnich	Privatmittheilung	10,13	0,00	—	68,22	„	47,75	„	„	„	14,53 incl. Rückst.	2,91	2,34	0,27	0,43	0,17	1,29	—	„
Rollingen, schwarzes Lager	Analysirt in Esch. Giesler a. a. O. S. 35.	n. b.	3,71	11,36	55,03	„	38,51	„	„	„	15,74	6,73	5,04	0,49	0,23	—	1,65	—	„
„ rothes Lager	Analysirt in Esch. Giesler a. a. O. S. 35.	„	n. b.	11,45	56,76	„	39,73	„	„	„	20,13	6,49	2,85	0,49	0,17	—	1,67	—	„
„ Sohle des grauen Lagers	Analysirt in Esch. Giesler a. a. O. S. 35.	„	1,81	11,84	59,06	„	41,34	„	„	„	15,91	7,02	2,51	0,38	0,17	—	1,28	—	„
„ Decke des grauen Lagers	Analysirt in Esch. Giesler a. a. O. S. 35.	„	n. b.	11,97	60,23	„	42,16	„	„	„	16,02	6,54	3,04	0,19	0,16	—	0,16	—	„

§ 144. Die Erze Deutsch-Lothringens weichen in der Zusammensetzung nicht sehr von den Luxemburger Erzen ab, wie das die folgende Zusammenstellung zeigt, welche in zwei Tabellen zunächst einige ältere und neuere Analysen ohne genauere Ortsbezeichnung, dann die Analysen der Giesler'sche Arbeit enthält.

		H_2O	CO_2	Glühv.	FeO_3	FeO	Fe	MnO_3	MnO	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P	As
Hayingen, blaues Erz (Berthier Essais II. 226.)		2,50	—	—	40,30	36,20 $FeCO_3$	—	n. b.	n. b.	n. b.	—	3,80	11,00 $CaCO_3$	—	—	—	Sp.	Sp.	—
„ gelbes Erz (Rivot III. 453)		17,35		—	65,00	—	45,50	„	„	„	2,20 9,00 Quarz	0,60	5,30	—	—	—	Sp.	Sp.	—
Ars a. d. Mosel (Rivot III. 453)		14,65		—	63,40	—	44,38	„	„	„	16,30	1,10	3,60	—	—	—	0,55	—	—
Moyeuvre (Gebr. Stumm, Privatmittheilung)		(Durchschnitt des ganzen Lagers:)					33,4	„	„	„	5,5	n. b.	26,1 $CaCO_3$	n. b.	n. b.	n. b.	1,49	—	n. b.
Ottingen, grau	Habets a. a. O. S. 60.	21,10		—	48,30	—	33,80	„	„	„	16,05 Rückst.	4,75	15,70	Sp.	—	—	—	—	—
„ „	Habets a. a. O. S. 60.	11,10		—	52,70	4,90	40,70	„	„	„	18,30 Rückst.	4,80	9,95	0,80	—	—	—	—	—
„ grün	Habets a. a. O. S. 60.	15,60		—	57,20	—	40,00	„	„	„	22,40 Rückst.	—	4,00	—	—	—	—	—	—
„ roth	Habets a. a. O. S. 60.	10,50		—	51,00	—	35,70	„	„	„	37,60 Rückst.	—	1,00	—	—	—	—	—	—

§ 145. Diese Angaben werden vervollständigt durch die folgenden, der Giesler'schen Arbeit entnommenen Analysen. Es sind allerdings der umfänglichen Originaltabelle nur die Untersuchungsergebnisse entlehnt, welche die hauptsächlichsten Bestandtheile nachweisen. Alle unvollständigen Untersuchungen sind ausgelassen worden.

		H_2O	CO_2	Glühv.	Fe_2O_3	FeO	Fe	Mn_2O_3	MnO	Mn	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P	As
Von der Heydt I, westl. von Redange schwarzes Lager	Analysen von Esch	n. b.	3,85	9,75	54,31	n. b.	38,01	n. b.	n. b	n. b.	19,02	5,64	4,87	0,21	0,17	n. b.	2,16	—	n. b.
„ grünes Lager		„	7,60	7,80	50,13	„	35,09	„	„	„	17,37	4,60	9,60	0,21	0,15	„	2,60	—	„
„ grüne Mimte		„	11,08	9,08	38,80	2,81	29,16	„	„	„	16,74	4,48	14,28	0,39	0,19	„	2,12	—	„
„ rothes Lager		„	3,97	10,18	62,49	n. b.	43,74	„	„	„	11,68	4,21	5,18	0,19	0,11	„	2,02	—	„
„ braune Mimte		„	18,89	9,81	30,99	„	21,69	„	„	„	14,71	3,88	21,25	0,30	0,13	„	1,06	--	„
Russinger Tagebau, schwarzes Lager	Analysen von Esch. Giesler a. a. O. S. 37.	„	3,79	10,68	61,87	„	43,31	„	„	„	10,99	4,96	5,83	0,17	0,19	„	1,61	—	„
„ „ graues „		„	0,35	11,35	66,29	„	46,40	„	„	„	12,15	5,75	2,12	0,27	0,17	„	1,55	—	„
„ „ rothes „		„	n. b.	23,18	40,15	„	28,10	„	„	„	7,53	2,74	24,28	1,36	n. b.	„	0,79	—	„
„ „ nach Braconnier		„	„	15,3	—	„	32,4	„	„	„	19,6	14,40	3,30	0,30	0,02	„	0,19	—	„
Audun le Tiche, rothes Lager	Analysen von Meinecke, Braubach	„	„	n. b.	—	„	36,18	„	„	„	n. b. 10,58 Rückst.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	—	0,670	„
Zwischen Audun u. Esch, rothes Lager		„	„	„	—	„	30,01	„	„	„	n. b. 36,71 Rückst.	n. b.	„	„	„	„	0,754	—	„
Bei Esch, rothes Lager		„	„	„	—	„	43,72	„	„	„	n. b. 6,63 Rückst.	n. b.	„	„	„	„	0,765	--	„
Concess. Oettingen 11, graues Lager	Analysen der Gesellschaft Oettingen	„	„	11,1	52,70	„	40,70	„	„	„	n. b. 18,30 Rückst.	4,80	9,95	0,80	„	„	n. b.	n. b.	„
„ „ rothes kieseliges		„	„	10,50	51,0	„	35,70	„	„	„	n. b. 37,60 Rückst.	n. b.	1,00	n. b.	„	„	„	„	„
„ „ graues Lager	Analysen von Esch	„	„	9,318	—	„	34,11	—	—	0,24	n. b. 6,23 Rückst.	4,06	14,27	0,75	„	„	„	„	„
„ „ rothes „		„	„	9,47	—	„	35,90	—	—	0,11	n. b. 7,03 Rückst.	5,34	11,68	0,88	„	„	0,64	—	„
„ „ graues „	Analysen von Oettingen	„	„	16,60	54,49	„	38,25	n. b.	n. b.	n. b.	n. b. 11,60 Rückst.	8,15	8,00	0,57	—	0,33	n. b.	n. b.	„
„ „ rothes „		„	„	13,80	48,41	„	33,89	„	„	„	n. b. 28,10 Rückst.	6,68	1,90	0,28	—	Sp.	„	„	„
„ Krämer 16, graues Lager	do.	„	„	11,30	61,67	„	43,16	„	„	„	10,00		17,03	n. b.	n. b.	n. b.	„	„	„
„ „ rothes „		„	„	14,54	72,25	„	50,57	„	„	„	8,94		4,23	„	„	„	„	„	„
„ Langenberg 15, graues Lager	Analysen von Dr. Bettendorff in Bonn.	„	„	n. b.	—	„	37,37	—	—	1,70	8,33	4,96	21,07	8,40	„	„	„	0,62	„
„ „ rothes „		„	„	„	—	„	53,50	—	—	0,00	8,30	7,27	1,67	0,52	„	„	1,09	—	„
„ „ „ „	Analysen nicht bekannt	„	„	„	—	„	32,7	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	„	„	n. b.	n. b.	„
„ „ „ „		„	„	„	—	„	26,16	„	„	„	6,71	„	„	1,64	—	0,07	—	0,64	„
„ Molvingen 21, rothes Lager	Analyse des Phönix und zu Laar	„	„	„	—	„	32,75	„	„	„	23,44		7,42	n. b.	n. b.	n. b.	1,53	—	„
„ „ graues „		„	„	„	—	„	33,47	„	„	„	9,87		10,22	„	„	„	1,95	—	„
„ „ „ „		„	„	„	—	„	33,02	„	„	„	10,22		13,23	„	„	„	1,94	-	„
„ „ rothes „		„	„	„	—	„	34,94	„	„	„	9,21		10,53	„	„	„	1,60	—	„
Algringer Thal, rothes Lager	Analyse von Stumm in Neunkirchen	„	bei *CaO*	„	—	„	39,61	„	„	„	8,42	13,01	15,72	„	„	„	n. b.	n. b.	„
„ „ „ „		„	„	„	—	„	38,52	„	„	„	7,72	n. b.	22,25	„	„	„	„	„	„
„ „ „ „		„	„	„	—	„	40,48	„	„	„	8,37	„	10,21	„	„	„	„	„	„

		H_2O	CO^2	Glühv.	FeO_3	FeO	Fe	MnO_3	MnO	Mn	SiO	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P	As
Algringer Thal, graues Lager . . .	Analysen von Stumm in Neunkirchen	n. b.	n. b.	n. b.	—	n. b.	35,47	n. b.	n. b.	n. b.	19,75	n. b.	6,57	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
„ „ „ „ . . .		„	„	„	—	„	32,20	„	„	„	18,88	„	10,00	„	„	„	„	„	„
Concess. Pensbrunnen 24, graues Lager	Analyse unbek.	„	14,246	6,145	—	„	40,749	—	0,468	—	n. b. 8,08 Rückst.	5,570	6,039	„	„	„	„	0,754	„
„ Fontoy 30, rothes Lager . .	do.	„	n. b.	n. b.	—	„	37,5	n. b.	n. b.	n. b.	n. b. 7,27 Rückst.	8,82	9,66	„	„	„	„	n. b.	„
„ „ graues „ . .		„	„	„	—	„	26,2	„	„	„	n. b. 13,75 Rückst.	10,34	13,4	„	„	„	„	0,746	„
„ Burbach 29, rothes Lager .	Analyse von Dr. Bettendorff in Bonn	„	5,28	10,20	60,03	„	42,04	„	„	„	7,39	6,80	8,24	0,31	„	„	1,64	—	„
„ „ graues „ .		„	4,43	9,01	55,13	„	38,65	„	„	„	15,88	5,85	7,71	0,49	„	„	1,60	—	„
An der Grenze von Fontoy 30, rothes Lager	Analysen unbekannt	„	n. b.	n. b.	—	„	38,2	„	„	„	n. b. 11,15 Rückst.	9,91	6,17	n. b.	„	„	n. b.	n. b.	„
do. graues „		„	„	„	—	„	44,8	„	„	„	n. b. 8,40 Rückst.	10,68	1,30	„	„	„	—	0,928	„
An der Grenze von Fontoy 36, oberes rothes Lager	Analyse des Phönix zu Laar	„	„	„	—	„	35,21	„	„	„	n. b. 22,97 Rückst.	n. b.	5,75	„	„	„	0,82	—	„
do. unteres „ „		„	„	„	—	„	22,65	„	„	„	n. b. 40,90 Rückst.	n. b.	5,91	„	„	„	0,79	n. b.	„
do. „ „ „		„	„	„	—	„	35,67	„	„	„	n. b. 16,73 Rückst.	n. b.	9,70	„	„	„	1,66	„	„
Concess. Tillots 40, unteres Lager . .	Analyse von Denain-Anzin	„	„	11,64	48,86	„	34,25	„	„	„	25,5	8,0	5,36	„	„	„	n. b.	„	„
„ „ oberes „ . .		„	„	15,75	55,71	„	39,0	„	„	„	9,50	12,74	6,25	„	„	„	„	„	„
„ Hayange 42, unteres Lager	Analyse von Karcher & Westermann	„	„	n. b.	—	„	40,0	„	„	„	n. b.	n. b.	n. b.	„	„	„	„	„	„
„ „ oberes „		„	bei CaO	„	40,5	„	—	„	„	„	„ 15,2 Rückst.	10,0	18,7	„	„	„	„	„	„
„ „ unteres „		„	„	„	46,1	„	—	„	„	„	n. b. 14,4 Rückst.	5,0	20,2	„	„	„	„	„	„
„ Willkommen 54, unteres Lager	Analyse von Meinecke.	„	10,56	11,40	40,86	„	35,1	„	„	„	6,52	7,60	11,92	1,08	„	„	„	„	„
Schacht 2, oberste Bank	Analyse von Stumm	„	11,36	11,11	42,27	„	—	—	0,23	—	11,14	5,07	15,67	0,76	„	„	1,30	—	„
„ rothes Lager		„	6,65	14,17	52,08	„	—	—	0,39	—	6,36	4,84	6,17	1,01	„	„	1,60	—	„
Concess. Marange 57, unteres Lager	Analyse von Pougnet	„	n. b.	17,33	50,30	„	—	n. b.	n. b.	n. b.	26,60	bei FeO_3	4,60	0,30	„	„	n. b.	n. b.	„
„ „ oberes „	Analyse von Phönix	„	„	16,30	53,00	„	—	„	„	„	27,60	„	2,30	0,10	„	„	„	„	„
Concess. Gorgimon 76, rothes Lager	Analysen von Karcher & Westermann	„	b. CaO MgO	n. b.	55,7	„	—	„	„	„	14,3	8,2	8,00	0,5	„	„	„	„	„
„ „ gelbes „		„	„	„	63,5	„	—	„	„	„	6,0	3,3	12,20	0,5	„	„	„	„	„
„ „ braunes „		„	„	„	56,0	„	—	„	„	„	19,0	8,1	5,40	0,7	„	„	„	„	„
„ „ rothes Erz		„	„	„	59,5	„	—	„	„	„	13,0	6,2	8,1	0,5	„	„	„	„	„
„ „ gelbes „		„	„	„	62,2	„	—	„	„	„	7,4	6,0	12,2	0,5	„	„	„	„	„
„ „ „ „		„	„	„	62,5	„	—	„	„	„	10,3	5,2	5,2	0,7	„	„	„	„	„
„ „ unreines Erz		„	„	„	43,0	„	—	„	„	„	27,8	11,6	6,2	0,7	„	„	„	„	„
„ Varraines 75, oberes Lager	Analysen der Lothringer Eisenwerke	„	„	„	43,7	„	—	„	„	„	6,1	10,4	12,4	0,53	„	„	1,61	„	„
„ „ mittleres „		„	„	„	51,8	„	—	„	„	„	12,85	16,75	7,6	0,29	„	„	4,5	„	„
„ „ unteres „		„	„	„	41,10	„	—	„	„	„	20,6	19,20	7,6	3,47	„	„	2,43	„	„

§ 146. Was das französische und belgische Erzgebiet aus dem Bereich der Minette anlangt, so sind einige Analysen der hierher gehörigen Erze in der Jordan'schen Zusammenstellung bei Gelegenheit des Pariser Meeting's gegeben worden, die hier folgen um diese ausgedehnte und wichtige Lagerstätte nach allen Seiten zu charakterisiren. Auch zwei Analysen, die Giesler mittheilt und zwei von Habets für das Erz von Halanzy, Belgisch-Luxemburg, gegebene Untersuchungen sowie weitere Angaben Fromonts sind den Jordan'schen Zahlen beigefügt.

	H_2O	CO_2	Verl.	FeO_3	Fe	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	S	P_2O_5	P	As
Umgegend von Longwy . (Jordan)	n. b.	n. b.	29,10	45,71	—	13,08	6,42	5,68	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
do. do. (do.)	„	„	23,00	45,70	—	14,12	13,55	2,10	„	„	„	„	„	„
Villerupt (Braconnier) . . (Giesler a. a. O. S. 36.	„	„	17,50	42,10	29,5	18,9	13,2	4,5	1,9	0,00	—	Sp.	—	„
do. do. (do.)	„	„	20,40	54,30	38,0	3,7	10,0	7,6	3,5	Sp.	—	0,15	—	„
Marbach b. Pont à Mousson (Jordan)	„	„	24,70	40,40	—	4,60	7,40	21,30	1,60	—	Sp.	0,85	—	„
Liverdun (Jordan)	„	„	16,00	53,28	—	11,75	8,75	10,00	Sp.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	„
Val d'Enfer (Moselle) (Jordan)	bei 100° 4,50	„	16,18	49,08	—	11,94	9,56	8,52	0,17	„	„	„	„	„
Bei Mousson, Belgien . . (Fromont)	n. b.	„	10,126	—	41,20	10,127	1,614	$CaCO_3$ 17,750	$MgCO_3$ 1,212	0,011	Sp.	Sp.	—	0,00
do. do. . . (do.)	„	„	12,810	—	36,23	8,276	7,983	19,002	1,029	0,008	Sp.	Sp.	—	0,00
Bei Halanzy, Belgien . . (Fromont)	n. b.	n. b.	11,934	—	42,014	9,711	2,329	15,327	1,009	0,009	0,003	0,023	—	0,00
do. do. . . (do.)	„	„	14,819	—	33,62	9,163	6,656	19,963	0,950	0,011	0,008	0,012	—	0,00
Grenze gegen Longwy . . (Fromont)	„	„	13,00	—	31,918	9,485	7,890	22,005	1,316	0,014	0,006	0,127	—	Sp.
do. do. . . (do.)	„	„	9,568	—	47,104	7,973	3,119	12,886	1,002	0,008	Sp.	0,089	—	Sp.
Grenze gegen Gorcy . . (Fromont)	„	„	12,114	—	40,222	7,830	2,741	18,909	1,244	0,010	Sp.	0,096	—	Sp.
Halanzy (Habets) . . .	„	„	23,25	56,50	39,50	3,25 Rückst.	8,00	12,25	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
do. „ . . .	„	„	18,10	53,25	37,25	10,00 Rückst.	n. b.	3,90	„	„	„	„	„	„

Wie die Zahlen beweisen, weichen auch die Erze dieser äussersten Enden der Lagerstätte nicht erheblich ab von der Zusammensetzung der Hauptpartie, nur macht Jordan für die französisch gebliebenen Antheile eine Verminderung des Schwefelkies- und Schwefelsäuregehalts geltend.

§ 147. In unmittelbarer Verbindung mit den Minetten-Lagerstätten treten sogenannte Alluvial-Erze auf — oberflächliche Einlagerungen loser und auch agglomerirter Bohnerze, welche meist sandiger Beschaffenheit, dabei aber eisenreicher und kalkärmer sind als die Minetteerze.

Die Besucher der Pariser Ausstellung entsinnen sich der Erzblöcke, welche Mont St. Martin und Gorcy ausgestellt hatten und welche compakte Massen mit eingebackenen grösseren und kleineren runden Körnern darstellten. Die Zusammensetzung dieser Erze ist damals wenig bekannt geworden, aber in der oben citirten Fromont'schen Arbeit findet man eine Reihe Analysen, welche in den nachstehenden beiden Zusammenstellungen wiedergegeben sind.

	H_2O	CO^2	Verl.	Fe	SiO_2	AlO_3	$CaCO^3$	$MgCO^3$	$CaSO_4$	S	$Ca_3P_2O_8$	P_2O_5	MnO_3
Berghem	n. b.	n. b.	8,349	50,641	14,906	1,533	0,105	0,068	Sp.	Sp.	Sp.	1,006	—
Berchem	„	„	9,175	46,060	18,612	4,979	0,087	0,117	0,122	Sp.	0,319	0,933	—
„ gegen Dudelingen	„	„	6,304	28,078	50,180	3,562	0,247	0,071	Sp.	—	—	1,019	—
Bettemburg	„	„	7,831	35,088	37,621	4,715	0,078	0,009	—	0,030	—	0,604	—
Bei demselben	„	„	7,910	30,876	43,317	4,697	0,118	0,011	—	0,037	Sp.	0,724	—
„ La Sauvage	„	„	7,223	53,213	14,462	3,008	0,093	0,027	0,214	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
„ Redingen	„	„	7,710	50,827	14,955	4,218	0,066	0,048	0,323	Sp.	—	—	Sp.
„ „ -Athus . .	„	„	8,604	51,016	16,004	1,869	0,071	0,099	0,156	Sp.	Sp.	0,311	—
„ Linger	„	„	10,117	47,025	21,116	2,513	0,162	0,108	0,071	—	—	0,069	Sp.
Clemency	„	„	9,670	43,981	23,290	3,406	0,243	0,140	0,048	Sp.	Sp.	Sp.	0,012
Bettingen	„	„	16,334	39,142	22,221	3,918	0,126	0,019	0,130	0,041	0,424	1,105	0,017
Kahler	„	„	13,380	41,360	20,935	4,414	0,233	0,112	0,163	0,050	0,607	1,142	0,007
Garnich	„	„	13,053	38,507	24,993	4,737	0,311	0,127	0,266	0,044	0,602	1,158	0,011
Bei Mamer	„	„	12,967	39,975	23,819	4,923	0,096	0,135	0,232	Sp.	0,718	—	0,003
Schouweiler	„	„	7,591	41,629	30,215	3,126	0,063	0,092	0,041	Sp.	0,293	0,923	Sp.
Hesperingen	„	„	8,520	32,003	40,620	4,004	0,057	Sp.	Sp.	0,019	—	1,115	—
Holzem	„	„	10,115	38,993	30,645	3,887	0,259	0,083	Sp.	Sp.	0,016	0,036	Sp.
Hagen	„	„	8,006	42,791	27,672	2,444	0,224	0,109	0,061	Sp.	0,026	Sp.	—

	H_2O	CO^2	Verl.	Fe	SiO_2	AlO_3	$CaCO^3$	$MgCO^3$	$CaSO^3$	S	$Ca_3P_2O_8$	P_2O_5	MnO_3
Bei Nötzingen	n. b.	n. b.	8,314	48,008	17,746	5,877	0,079	0,050	Sp.	0,006	—	0,891	—
„ Differdingen	„	„	7,244	51,895	16,348	2,437	0,106	0,042	0,321	Sp.	Sp.	0,064	Sp.
„ Petingen	„	„	9,964	41,826	24,662	4,819	0,198	0,139	0,168	—	—	Sp.	—
„ Mersch	„	„	10,115	38,319	30,051	3,623	Sp.	0,227	0,086	Sp.	0,030	Sp.	—
„ Bacharach	„	„	10,003	42,017	26,365	4,009	0,331	0,125	0,024	0,007	Sp.	0,020	0,009

§ 148. In einer zweiten Tabelle, ohne nähere Abgrenzung hat Fromont eine weitere Reihe von Alluvial-Erzen vereinigt, welche wahrscheinlich auf dem Gebiet von Belgisch-Luxemburg sich vorfanden.

	H_2O	CO^2	Verl.	Fe	SiO_2	AlO_3	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$CaSO_4$	S	$Ca_3P_2O_8$	MnO_3	P_2O_5
Arlon	n. b.	n. b.	9,612	35,689	29,347	7,715	0,302	0,206	0,085	0,017	0,005	0,018	0,968
„	„	„	9,625	40,133	27,594	10,917	0,268	0,182	0,037	0,003	0,005	0,009	0,836
Athus	„	„	9,300	47,650	20,743	2,391	0,217	0,146	0,064	0,007	0,010	0,015	0,916
„	„	„	9,416	44,000	23,849	3,509	0,326	0,148	0,080	0,002	0,006	0,021	0,063
„	„	„	8,935	44,818	22,155	3,626	0,293	0,160	0,032	Sp.	Sp.	Sp.	0,008
Bebingen	„	„	8,825	53,542	12,623	1,039	0,039	0,015	0,008	Sp.	Sp.	0,023	0,100
Chenois	„	„	12,319	38,291	31,328	2,642	0,027	0,011	Sp.	Sp.	Sp.	0,019	0,145
Couvreux	„	„	9,346	48,054	20,031	1,948	0,016	0,009	—	—	—	0,051	—
Dampicourt	„	„	9,908	36,567	34,728	3,025	0,007	0,005	—	—	—	0,036	Sp.
Grandcourt	„	„	12,607	42,060	26,143	2,571	0,008	0,005	—	—	—	0,044	—
„	„	„	10,023	48,321	20,422	2,016	0,009	0,002	—	—	—	0,057	—
Gerlingen	„	„	9,772	43,888	23,625	3,314	0,266	0,137	0,060	0,003	Sp.	0,016	0,904
Longeau	„	„	12,824	39,005	24,518	4,635	0,181	0,198	0,107	Sp.	0,007	0,022	0,614
Messancy	„	„	8,914	43,052	25,997	4,424	0,261	0,117	0,073	Sp.	0,005	—	0,111
„	„	„	10,613	38,389	29,438	5,122	0,163	0,086	0,086	Sp.	0,008	—	0,125
Rouvroy	„	„	10,030	37,028	33,352	2,515	0,013	0,009	Sp.	—	—	0,040	Sp.
Ruette	„	„	9,618	54,066	12,638	0,986	0,034	0,011	—	—	—	0,069	0,078
„	„	„	9,754	46,111	13,835	1,429	0,060	0,010	—	—	—	0,061	0,099
„	„	„	11,128	31,258	37,014	7,047	0,118	0,039	0,051	Sp.	0,017	0,046	0,149
„	„	„	12,435	45,002	15,602	5,981	0,080	0,053	Sp.	Sp.	Sp.	0,072	0,087
St. Remy	„	„	11,084	36,140	31,337	5,645	0,283	0,093	0,029	0,004	0,155	0,015	0,627
„	„	„	10,725	40,182	27,309	4,009	0,231	0,067	0,013	0,003	0,158	0,012	0,694
Selingen	„	„	9,814	43,062	24,118	3,029	0,313	0,139	0,051	Sp.	0,003	0,007	1,006
„	„	„	10,167	41,617	24,823	8,488	0,291	0,168	0,092	Sp.	Sp.	0,012	1,119
Sesslich	„	„	10,143	54,012	12,004	1,417	0,121	0,045	Sp.	Sp.	0,002	0,120	0,337
„	„	„	11,205	50,279	14,100	1,642	0,180	0,067	Sp.	Sp.	0,006	0,117	0,322
Sterpenich	„	„	15,785	40,162	22,517	3,241	0,135	0,033	0,124	0,030	0,401	0,020	1,216
„	„	„	11,328	44,965	18,682	5,859	0,112	0,064	0,109	0,009	0,315	0,023	1,108
Törnich	„	„	8,190	49,910	21,308	1,004	0,006	0,002	Sp.	Sp.	Sp.	0,016	0,039
„	„	„	9,263	51,215	16,024	0,617	0,003	0,014	Sp.	Sp.	Sp.	0,009	0,047
Udingen	„	„	12,014	42,207	25,619	2,944	0,035	0,011	Sp.	Sp.	Sp.	0,020	0,096
Virton	„	„	11,800	34,008	37,594	1,219	0,018	Sp.	Sp.	—	Sp.	0,017	0,103
Wolkringen	„	„	8,244	43,375	23,997	6,138	0,332	0,178	0,052	Sp.	Sp.	0,029	0,880

Die ausführliche Beachtung, welche hier die Erze der Minette gefunden, wird gerechtfertigt durch die grosse Wichtigkeit, die durch den Entphosphorungsprocess diesen ausgedehnten Lagerstätten billigen und homogenen Materials gegeben worden ist. Man wird genöthigt sein, diese phosphorsäurehaltigen Materialien auch dahin zu exportiren, wo sonst nur phosphorärmere Erze verarbeitet worden sind und wo man in irgend einer Weise den Phorphorgehalt des Roheisens anreichern muss.

§ 149. Die luxemburgischen Alluvial-Erze führen von selbst zur Betrachtung der übrigen Eisenerze, namentlich der Bohnerze des deutschen Juragebiets, welche Vertiefungen und Spalten des weissen Jura erfüllen und an vielen Orten benutzt werden. Ausser den Bohnerzen werden übrigens in älterer und neuerer Zeit die Oolithe selber abgebaut, z. B. in Würtemberg und Bayern. Leider liegen nur wenige dieser Lager günstig genug, um einen grösseren Betrieb möglich zu machen. Dies ist der Fall in der Oberpfalz, woselbst im Bezirk von Amberg eine namhafte Erzgewinnung statt hat, und bei Aalen in Würtemberg, wo die Staatswerke zu Wasseralfingen fünf Lager von zusammen 6—7 m gewinnen.

Die Beschaffenheit deutscher Bohnerze wird durch nachstehende Analysen erläutert:

	H_2O	Verl.	FeO_3	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	P
Bohnerze aus dem Höhgau	14,50	2,00	53,00	1,00	—	23,00	6,50	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
(Klaproth) Karsten II. 40.			FeO								
Altinger Stolln bei Liel, Baden . . .	8,05	—	62,02	n. b.	n. b.	21,25	8,52	0,60	„	„	„
(Walchner).											
Kanderner Reviere, Auggen	8,23	—	71,71	„	„	13,00	6,71	n. b.	„	„	„
do. Heuberg	12,99	—	75,51	„	„	5,80	6,86	„	„	„	„
do. Altinger Stolln .	11,55	—	68,70	„	„	11,80	7,47	„	„	„	„
do. Kandern „ .	11,12	—	70,46	„	„	13,04	5,88	„	„	„	„

Die Erze von Sulzbach in der Oberpfalz ergaben:

	H_2O	FeO_3	Fe	MnO_3	SiO_2	AlO_3	P_2O_5
Grube Etmannsberg	10,80	78,72	55,10	1,87	7,50	0,16	0,63
„ Lobenhof	10,00	74,96	52,47	1,50	12,14	1,00	0,68

(Dürre, Wiener Bericht S. 94).

§ 150. Ein in Maxhütte verarbeiteter Oolith von Staffelstein enthielt:

H_2O	12,80
FeO_3	49,022
Fe	35,314
MnO_3	0,032
SiO_2	28,800
AlO_3	5,400
$CaCO_3$	3,080
P_2O_5	0,230

(Dürre, Wiener Bericht S. 94).

Ein jurassischer Brauneisenstein vom Lindener Berg bei Hannover enthielt:

FeO_3	73,38
Fe	51,36
AlO_3	3,28
P_2O_5	0,084
P	0,037
SO^3	0,285
S	0,114
SiO^2	10,08
Glühverlust	12,54

(Privatmittheilung der Dortmunder Union).

§ 151. Die Rasenerze bilden in Deutschland in den angrenzenden fremden Bezirken eine weitausgedehnte Zone, welche sich von den baltischen Ländern an bis in die holländischen und belgischen Niederungen erstreckt und zahllose Lager von wechselnder Bedeutung und Eigenschaften bildet.

Dieses Erz findet sich in der Regel als Unterlage der Torf-Lagerstätten, deren Boden es bedeckt. Man schreibt seine Bildung der Anhäufung von Diatomeen zu, deren Panzer aus Kieselsäure und Eisenoxyd bestehen, während die organischen Theile beträchtliche Mengen von Phosphorsäure enthalten. Ehrenberg entdeckte in Eisenschlämmen, welche den Boden von märkischen Sumpfbezirken bedeckten, eine aus zelligen Stäbchen bestehende organische Form, welche er Gallionella ferruginea nannte und als die Entstehungsursache des Raseneisensteins ansah.

Insofern als die Erfahrung das Dominiren von Kieselsäure und Phosphorsäure unter den Nebenbestandtheilen der Rasenerze bestätigt hat, verdient diese Erklärung auch den Beifall der Techniker.

§ 152. Die Eisenphosphate, welche in den Eisenerzen auftreten können sind nach Dana folgende:

1. Vivianit, Eisenblau, Glaukosiderit, Eisenglimmer, Mellicit, Anglarit $\left\{ \begin{matrix} Fe_3 \\ H_{16} \end{matrix} \right\} P_2 O_{16}$

(Dana p. 557).

Eine andere Formel ist: $6 \left\{ \begin{matrix} Fe_3 \\ H_{16} \end{matrix} \right\} P_2 O_{16} + \left\{ \begin{matrix} Fe_3 \\ H_{16} \end{matrix} \right\} P_4 O_{24}$

Die gewöhnliche Zusammensetzung ist:

FeO	13,75—56,0
FeO_3	—33,11
P_2O_5	19,79—31,18
H_2O	16,5 —32,2

Die Fundorte sind sehr zahlreich, da die sehr verbreiteten Raseneisensteine hauptsächlich diese Verbindung oft in compakten blauen Massen aufweisen.

§ 153. In den älteren Eisenerzen kommen auch Eisenphosphate vor, doch nicht mit der Regelmässigkeit, die die Rasenerze zeigen.

Dahin gehören die folgenden eine zweite Gruppe bildenden Mineralsubstanzen.

2. Dufrenit, Grüneisenstein, Chalkosiderit, fasr. Grüneisenerde, Kraurit, Delvauxen, Delvauxit — $\left.\begin{matrix} Fe_2 \\ H_6 \end{matrix}\right\} P_2 O_{14}$

(Dana p. 583).

Dieses Mineral enthält:

FeO_3	34—63/00
MnO_3	6,7/00
FeO	10,0/00
AlO_3	4,5/00
P_2O_5	16,04—32,6/00

und findet sich in der Haute Vienne, bei Siegen, im Departement Morbihan, zu Allentown u. a. a. O.

§ 154. Noch ist zu unterscheiden:

3. Kakoxenit, Kakoxen — von welchem verschiedene Formeln existiren.

a) $\left.\begin{matrix} Fe_2 \\ H_{24} \end{matrix}\right\} P_2 O_{23}$

b) $\left.\begin{matrix} Fe_3 \\ H_{40} \end{matrix}\right\} P_4 O_{39}$

(Dana p. 584).

Ein Vorkommen von Zbirow enthielt:

FeO_3	36—47/00
AlO_3	11/00
CaO	1,1/00
SiO^2	9,0/00
P_2O_5	9,5—25,7/00
H_2O	19,0—33/00

§ 155. Die nicht tiefliegenden, leicht gewinnbaren und stellenweise sehr reichen Rasenerze zogen frühzeitig die Aufmerksamkeit auf sich und sind auch schon vor langer Zeit bei Holzkohlen verhüttet worden. Das erzielte Roheisen, phosphorreich und kaltbrüchig, qualificirte sich hauptsächlich zur Gusswaare, stand aber jedem ähnlichen aus besseren Erzen dargestellten Produkt bei allen anderen Verwendungen nach.

In neuerer Zeit ist in diesen älteren Produktionsbezirken die Verwendung der Rasenerze zurückgegangen, dagegen hat sie in der Nähe des Vorkommens mineralischer Brennstoffe um sich gegriffen und ist zu bedeutenden Dimensionen herangewachsen.

Besonders die am Niederrhein gelegenen Hochofenwerke haben die in Belgien als Minerais de la Campine bekannten, in den nördlichen Grenzbezirken Belgiens oder den angrenzenden Holländischen Gebietstheilen vorkommenden Rasenerz-Lagerstätten in wachsende Benutzung genommen.

Man unterscheidet daselbst verschiedene Gruppen des Vorkommens. Am Bekanntesten sind die Erze von Zonhoven, zwischen Hasselt und Eindhoven: derbe stückreiche Materialien mit Stücken bis zu 50 und 100 Kilos. Sie finden sich unmittelbar unter dem Rasen in Schichten von 0,1—0,3 m Dicke auf Schwemmsand und müssen durch Waschen auf einfachen Vorrichtungen (Rosterwäschen) vom Sand befreit werden. Dann enthalten sie 45/00 Fe, 16/00 SiO_2 als Sand, ausserdem sind in ihnen organische Säuren, Phosphorsäure (ca. 1,80/00 aus 50 Bestimmungen abstrahirt) vorhanden. In manchen Stücken steigt der Eisengehalt bis auf 52/00.

§ 156. Südlicher liegen die Gräbereien von Westmeerbeck bei Diest (zwischen Aerschot und Tilburg) längs des Flüsschen Need in 0,4—0,8 m starken Lagern, unmittelbar unter dem Rasen auf

Sand oder auf Torfgrund. Die letzteren, in compakten oft geschlossenen Lagern vorkommend, brauchen gar nicht weiter aufbereitet zu werden; die Erze der sandigen Lager dagegen sind meist durch Beimischung etwas verunreinigt und werden in guten Zeiten gewaschen. Bei diesen belgischen Erzen ist der Eisengehalt weniger constant, sondern bewegt sich zwischen 35 und 45 %. Dagegen ist der Phosphorsäuregehalt bedeutend und wächst auf 2,9 selbst 3,00 %.

Bei Erzmustern, welche weissliche Adern (von Eisenblau, welches nach und nach ausbleicht) zeigen, wächst der Phosphorsäuregehalt auf 8 %, so dass bei der Verhüttung dieser sonst annehmbaren Eisenerze mit einiger Vorsicht zu verfahren ist.

Ganz anders sind die bei Beringen und Beverlo nordöstlich von Hasselt, sowie bei Venlo vorkommenden Erze. Sie sind weich, mulmig und werden nicht gewaschen, da sie 48—50 % Eisen, 5—8 % Kieselsäure enthalten. Der einzige Nachtheil, den sie bieten, ist ihr hygroscopischer Charakter; bei feuchtem Wetter enthalten sie bis 30 % Nässe, die bei längerem Abliegen sich kaum um etliche Procent verringert. Der Phosphorsäuregehalt beträgt durchschnittlich 2—3 %.

§ 157. Die nördlich vom Rhein liegenden Erze, z. B. die aus der Gegend von Zwolle und Deventer sind wiederum sehr sandig, besitzen aber nach der Wäsche 44—50 % Eisen und 12—14 % Kieselsäure neben 2 % Phosphorsäure. Interessant ist bei diesen Erzen der graue Kern der Stücke und Stuffen.

Auch in der Rheinprovinz bei Crefeld werden Rasenerze gewonnen, die 0,3—0,4 m unter dem Rasen liegen, der auf Torfschichten wächst; sie haben als Liegendes nochmals Torf, sind mithin nicht versandet. Der Eisengehalt ist 40—47 %, der Rückstand beträgt 5—6 %, der Phosphorsäuregehalt 2,5—3 %. Die Erze sind leicht und schwammig, mit Wurzelfasern durchzogen und so torfig, dass sie im Ofen zerfallen. Bei der Analyse kochen sie stark auf und entwickeln viel Gas,*) auch bleibt die Lösung dunkel.

§ 158. Die nord- und ostdeutschen Raseneisensteine, die heute wenig mehr Verwendung finden haben durch Karsten und Berthier eine eingehende Untersuchung erfahren und gibt die folgende Tabelle die von Karsten (Eisenhüttenkunde Bd. IV. S. 45) gemachten Zusammenstellung wieder.

		Orig. Subst.	H_2O	CO_2	FeO_3	FeO	MnO_3	Sand	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5
Schleswig	Pfaff		0,40	n. b.	—	72,94(?)	6,00	—	14,40	0,80	n. b.	n. b.	6,64
do.	Pfaff		0,10	„	—	79,40(?)	3,60	—	11,50	4,34	„	„	4,18
do.	Pfaff		18,40	„	62,92	—	4,18	—	8,12	4,60	„	„	3,44
Neumark	Churmark und Pommern; analysirt von Karsten.		23,00	„	67,50	—	1,50	—	—	—	„	„	8,00
Münsterberg			22,70	„	56,05	0,49	2,60	4,30	12,20	—	„	„	1,75
Kuhblank			29,20	„	51,29	7,50	3,20	1,01	3,89	—	„	„	3,91
Vom Darss			31,30	„	62,21	3,70	1,90	2,35	4,50	—	„	„	4,04
Damerow			21,41	„	61,35	1,70	2,00	3,40	5,70	—	„	„	4,44
Finow-Canal			21,95	„	23,24	—	20,40	24,65	7,75	—	„	„	2,01
Gross-Garz			17,85	„	59,46	0,45	2,10	12,60	3,90	—	„	„	3,64
Oberhof			16,90	„	46,74	0,10	0,60	27,10	4,50	—	„	„	4,06
Friedrichswalde			22,50	„	43,00	0,45	1,80	19,20	12,60	—	„	„	0,80
											$CaCO^3$		
Briesen	Neumark; analysirt von Karsten.		19,80	beim CaO	57,50	2,25	0,25	10,05	4,95	—	1,30	„	3,90
Buschwiesen			29,50	„	48,50	10,80	1,40	8,30	2,50	—	0,80	„	3,20
Schlichow			16,30	„	50,50	3,90	0,60	18,75	6,20	—	0,95	„	2,80
Comtendorf			16,80	„	53,00	2,20	0,80	14,70	8,60	—	1,10	„	2,80
Drischnitz			16,10	„	47,55	2,70	0,50	22,75	7,13	—	0,75	„	2,50
Papitz			17,30	„	44,40	9,50	1,10	16,10	6,80	—	1,70	„	3,10
Ruben			20,60	„	44,55	2,40	1,50	18,90	6,95	—	1,40	„	3,70
Casel			18,30	„	39,85	7,20	1,75	20,75	7,75	—	1,00	„	3,40
Dissenchen			17,70	„	55,65	2,80	1,25	11,35	7,15	—	1,60	„	2,50
Werben			23,10	„	49,60	—	1,10	13,30	5,90	—	1,40	„	5,60
Leipzig	Erdmann.	—	28,80	„	51,10	—	bei FeO_3	—	9,20	0,41	n. b.	„	10,99
do.	Erdmann.	—	23,95	„	60,50	—	„	—	5,95	0,73	„	„	9,57
Polenz (Karsten)		—	14,09	„	82,38	—	n. b.	42,70	Sand (vor der Analyse abgerechnet)	2,10	„	„	1,43

Die zweite Reihe der Karsten'schen Analysen ist interessant wegen der genauen Kalkbestimmung; alle beide Reihen zeigen, was in neueren Analysen zum Theil versäumt ist, die stete Gegenwart des Eisenoxyduls.

§ 159. Die Raseneisensteine der Rheinprovinz, soweit Solche untersucht sind, zeigen folgende Zusammensetzung.

*) Nach einer Privatmittheilung, welcher auch obige Angaben entnommen sind, sagen die Arbeiter von diesen Erzen: Sie seien noch zu jung und nicht reif.

	H_2O	CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	S	P_2O_5	P
Geldern (Dürre, a. a. O. S. 90.)	12,42 (H₂O + CO²)		—	35,15	—	1,37	26,97	3,72	1,40	0,37	0,27	—	1,06
Anrath bei Crefeld . (Dürre, a. a. O. S. 90.)	n. b.		—	43,99	n. b.	n. b.	16,24 Rückst. (SiO₂ + AlO₃)		n. b.	n. b.	n. b.	—	1,34
Wachtendonck . . . (Dürre, a. a. O. S. 90.)	„		—	32,84	„	„	27,15	„	„	„	„	—	1,35
Emscher bei Sterkrade (Wedding I. S. 341.)	13,78		76,80	—	„	„	1,00 6,52 Sand		„	„	SO^3 0,30	1,42	—
Emscher bei Sterkrade (Wedding I. S. 341.)	11,26		52,73	—	Sp.	Sp.	6,33 27,39 Sand		„	„	SO^3 0,19	1,90	—
Salzbergen (Union) (Wachler's Bericht S. 11.)	n. b.		—	42,35	n. b.	n. b.	6,39	8,13	1,72	„	n. b.	—	1,070
Osnabrück (Union) (Wachler's Bericht S. 11.)	„		--	49,10	„	„	11,15	1,12	n. b.	„	„	—	0,727

§ 160. Genauere und vielseitigere Untersuchungen haben die niederländischen Raseneisenerze erfahren, weil dieselben reicher sind als die deutschen und ihnen desshalb vorgezogen werden.

In nachstehender Tabelle sind eine Reihe neuerer und neuester Untersuchungen zusammengestellt:

	H_2O	CO_2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	S	P_2O_5	P
Zonhoven, Phönix (Wachler's Bericht S. 8.)	n. b.	n. b.	n. b.	46,52	n. b.	n. b.	6—8 (SiO₂ + AlO₃)		n. b.	n. b.	n. b.	—	0,4
do. Gutehoffnungshütte . (Wachler's Bericht S. 10.)	12,80 (H₂O + CO₂)		62,52	43,76	Sp.	Sp.	21,49	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	2,42	—
do. Gutehoffnungshütte . (Privatmittheilung.)	12,20		73,07	51,15	0,00	0,00	12,04	0,00	0,00	0,00	n. b.	1,64	0,71
do. Union (Wachler's Bericht S. 11.)	n. b.		—	44,00	n. b.	n. b.	7,44	0,00	0,43	0,06	0,00	—	0,4
do. Union (Privatmittheilung.)	18,59		75,31	52,72	Mn_3O_4 0,16	0,12	3,88	0,00	0,41	0,16	0,00	1,87	—
do. Vulcan (Dürre, Wiener Bericht S. 54.)	23,20		72,39	50,30	0,00	0,00	4,65	0,00	0,54	0,08	0,00	—	0,42
Horst-Limburg, Holland . . . (Dürre, Wiener Bericht S. 90.)	16,14		—	44,22	—	1,12	14,71	0,00	n. b.	n. b.	n. b.	—	0,49
Mil-Nordbrabant, Holland . . . (do.)	n. b.		—	53,96	—	0,77	n. b. 1,72 incl. Rückst.	0,00	„	„	„	—	0,79
Rinkesfort-Limburg, Holland . (do.)	„		—	48,61	n. b.	n. b.	n. b. 9,60 incl. Rückst.	0,00	„	„	„	—	0,95
Maasniel-Limburg, Holland . . (do.)	„		—	44,13	„	„	n. b. 0,05 incl. Rückst.	0,00	„	„	„	—	0,18
Seremme-Limburg, Holland . . (do.)	„		—	43,40	„	0,44	n. b.	0,00	„	„	„	—	1,56
Helden-Limburg, Holland . . . (do.)	„		—	45,62	„	n. b.	„	0,00	„	„	„	—	1,50
Gorsel, Holland (Dürre, a. a. O. S. 54.)	14,00		—	45,60	„	„	„	n. b.	„	„	„	—	0,96
Wyhe, Holland. (do.)	15,90		—	43,99	„	1,46	14,22	1,93	1,56	0,22	„	—	0,96
Overyssel, Union (Wachler's Bericht S. 11.)	n. b.		—	46,85	„	n. b.	12,54	n. b.	n. b.	n b.	„	n. b.	n. b.
Overyssel, Mühlheim a. d. Ruhr (Wachler's Bericht S. 16.)	„		—	51,00	„	„	11,50	„	1,00	„	„	—	1,10
Raalte, Overthssel (Gutehoffnungshütte, Privatmittheil.)	11,60		65,63	45,94	„	„	19,42	„	n. b.	„	„	1,96	0,85
Zwolle (do.)	12,04		67,34	47,14	Mn_3O_4 0,30	0,22	16,08	„	„	„	„	3,04	1,32
Nieland (do.)	11,80		70,33	49,23	n. b.	n. b.	14,56	„	„	„	„	2,04	0,89
Mil (mulmig) (do.)	27,60		61,10	42,77	Mn_3O_4 0,42	0,30	6,80	„	„	„	„	3,22	1,41
Deurne, Holland — Union . . (Privatmittheilung.)	19,37		56,46	39,52	Mn_3O_4 0,24	0,17	17,14	1,96	0,44	0,20	„	3,95	—
Venlo, Holland — Union . . . (Privatmittheilung.)	13,97		60,76	42,47	Mn_3O_4 2,22	1,60	18,97	2,56	0,79	0,15	„	1,10	—
Holland (ohne nähere Bezeichn.) Hörde (Wachler's Bericht S. 14.)	n. b.		—	45,00 48,00	n. b.	n. b.	12,00 15,00	n. b.	n. b.	n. b.	„	—	0,75
Holland (ohne nähere Bezeichn.) Hörde (Privatmittheilung.)	13,39		—	51,26	—	Sp.	9,64	1,43	0,97	Sp.	0,02	—	0,70
Belgien (ohne nähere Bezeichn.) Mühlheim a. d. R. (Wachler's Ber. S. 16.)	n. b.		—	50,00	n. b.	n. b.	4,2	2,00	Sp.	Sp.	n. b.	—	0,50
Holland (ohne nähere Bezeichn.) Niederrh. Hütte (Privatmitth.)	12,32		80,70	56,49	0,14	—	7,05	1,00	n. b.	n. b.	„	1,38	0,60
Holland (ohne nähere Bezeichn.) (do.)	13,70		65,71	46,00	n. b.	n. b.	16,00	2,50	„	„	„	2,07	0,90
Belgien (ohne nähere Bezeichn.) Niederrh. Hütte (Privatmitth.)	10,05		64,30	45,00	„	„	24,00	1,68	„	„	„	1,72	0,75
Belgien (Durchschnitt) (Valérius.)	14,00 22,00 H_2O b. 100°		—	47,88	„	„	16,00	2,70	0,70	Sp.	„	n. b.	n. b.

§ 161. Die gemachten Angaben vervollständigen sich durch nachstehende docimastische Untersuchungen belgisch-niederländischer Rasenerze im Laboratorium der Lütticher Schule (Revue universelle des Mines 18, p. 368), welche ergaben:

Fundorte:	Unlöslicher Rückstand	Wasser u. CO_2 u. Orig.-Subst.	FeO_3	Roheisen	titrites Fe	AlO_3	S
Terwant — Beeringen, Antwerpen	1,92	21,39	76,68	54,3	54,1	—	—
Grönendael	39,85	10,50	49,20	31,41	—	—	Sp.
Lichtaert	44,36	9,18	45.41	32,64	31,14	1,05	—
Liésele (Gheel)	18,28	17,90	63,07 incl. FeO	41,04	44,00	—	—
Casterlé (Turnhout)	31,00	18,50	50,50	35,07	35,45	—	—
do. „	30,93	11,65	56,07 incl. FeO	40,30	40,60	—	—
do. „	46,32	11,72	41,80	30,60	30,00	—	—

Der Phosphorgehalt ist leider unbestimmt geblieben, doch wird man bezüglich desselben durch die vorher mitgetheilten Analysen ausreichend unterrichtet.

§ 162. Die österreichischen Länder weisen ebenfalls bedeutende Lager von Brauneisenstein auf, deren Verwendung eine, wenn nicht allgemeine, doch in einzelnen Bezirken einflussreiche ist.

von Hauer in der Uebersicht der Bergbaue der österreichischen Monarchie, erwähnt nachstehende Lagerstätten und Gewinnungspunkte im böhmisch-mährisch-schlesischen Gebiete.

Bei Ransko in der Nähe von Deutschbrod, findet sich im Gneiss ein 8 m mächtiges Vorkommen von Brauneisensteingeoden.

Zu Wrzischt, Wiechnow, Przibislawitz bei Iglau in Mähren, treten in einem meist mehr aufgelöstem Gneiss und Glimmerschiefer Brauneisensteingeoden auf, welche häufig mit glimmerreichem Thon gefüllt sind. Analog sind die Verhältnisse an einigen anderen Orten, die bei von Hauer namentlich aufgeführt werden.

Ueber die Zusammensetzung dieser Mährischen Brauneisensteine finden sich Angaben in den Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt (Bd. 1868, S. 315) wo K. von Hauer folgende Analysen von in Kaden verschmolzenen Brauneisensteinen mittheilt:

	H_2O	FeO_3	MnO	SiO^2	AlO_3	$CaCO_3$	$MgCO_3$
Lazanky	13,4	79,2	—	6,7	1,0	—	Sp.
Pribislawitz	9,0	54,1	—	36,5	0,3	Sp.	—
Weselko	12,0	79,5	—	7,2	—	—	—
Poritsch	—	31,5	5,0	63,8	—	—	—

§ 163. Eine andere Brauneisenstein-Lagerstätte, ebenfalls von gewissem Alter, wird bei Chmelna, Chlumeček, Bohauschowitz, Rausching u. a. a. O. im Bezirk Kruman, südsüdwestlich von Budweis, abgebaut. Das Erz, theils in erdiger Form als Eisenocher, theils als faseriger Brauneisenstein in Form von schönen Geoden von braunem Glaskopf, tritt in unregelmässigen bis zu mehreren Metern mächtigen Putzen im zersetzten Serpentin des Kremser-Thales auf.

Im krystallinischen Thonschiefer von Mislin bei Przibram, Mirowitz bei Pisek treten Brauneisensteine lager- und putzenförmig im krystallinischen Thonschiefer auf, und wurden bei Mislin bergmännisch gewonnen.

Bei Ratzau, Alt-Zetlisch, Otroczyn und Wikau in der Gegend von Pilsen kommt Brauneisenstein als Ocher oder Glaskopf in zersetztem Gneiss, im Hornblende- und Urthonschiefer vor und bildet darin unregelmässige Gänge und Stöcke.

Die zersetzten Gneisse und Hornblendeschiefer bei St. Katharina, Tachau bei Hayd u. a. O. führen ebenfalls Brauneisensteine in verschiedener Form und Vorkommen, doch sind alle diese Vorkommnisse sehr vereinzelt und ohne eingreifende industrielle Bedeutung.

§ 164. Anders dagegen steht es mit den Lagerstätten der Grauwackenformation in Böhmen, welche neben den schon erwähnten Rotheisensteinen, auch in reichem Maasse Brauneisensteine liefern.

Ausser zu Žežitz bei Przibram, sowie zu Nepomuk bei Krattau treten besonders in der Umgegend von Rokitzan in den Kieselschiefern der mittleren silurischen Grauwacke verschiedenartige Brauneisensteine als Hangendes der Rotheisensteinlager jener Gegend auf. Es sind wesentlich dieselben

Lokalitäten, welche schon oben (S. 39) bei dem Rotheisenstein erwähnt wurden, an denen die Gewinnung der Brauneisensteine stattfindet. Meistens sind es Ausbisse der Rotheisensteinlager oder einzelne Zonen der Sphärosideritlager (z. B. bei Nučič) welche verwittert in dem Eisenoxydhydrat verwandelt erscheinen.

In der schon citirten Arbeit von Lipold finden sich nachstehende Analysen mitgetheilt, welche die Armuth und starke Verunreinigung der Erze durch Gangarten zeigen, dagegen auch deutlich die Abwesenheit der Phosphorsäure erkennen lassen.

	Glühverlust	Rückstand	FeO_3	Fe	SiO^2	AlO_3	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5
1. Roth- und Brauneisenstein Wostrai, braunroth, schiefrig, linsenförmig, z. Th. in Braunerz verwandelt, mit Grünerdekörnern	11,00	50,30	34,30	23,90	n. b.	n. b.	3,00	—	0,20
2. Brauneisenstein von Nučič aus der Verwitterung des linsenförmigen Sphärosiderits hervorgegangen, breccienartig mit Braunerzgeoden — 2,99 spec. Gew.	13,00	21,90	63,00	44,10	„	„	1,70 (zusammen)		Sp.
3. Brauneisenstein von Komorsko aus den Komorauer Schichten — 3,29 spec. Gew.	7,00	34,30	57,90	40,50	„	„	Sp.	—	—
4. Brauneisenstein von Hlawa, Gelbeisenerz, schiefrig mit zahlreichen Grünerdeausscheidungen — 2,55 spec. Gew.	8,20	50,50	40,80	28,50	„	„	Sp.	—	—
5. Brauneisenstein, linsenförmig, von Březina	8,15	—	36,29	25,13	27,46	14,26	CaO 4,39	MgO 2,23	Sp.

§ 165. Noch sind im Anschluss hieran eine Reihe Analysen mitgetheilt, welche Wedding a. a. O. S. 376 u. 377 gegeben hat und welche sich auf böhmische und mährische Erze beziehen.

	Glühverlust	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO
1. Linsenförmiger Brauneisenstein von Březina	8,1	36,3	—	6,2	—	27,4	14,2	4,4	2,2
2. Linsenförmiger Brauneisenstein von Chlenowitz	7,3	33,8	—	4,4	—	35,1	12,8	1,7	3,2
3. Dichter Brauneisenstein von Hlinist	9,1	33,1	—	6,2	—	28,3	13,7	2,5	3,1
4. Dichter Brauneisenstein von Horzelitz	9,9	43,9	—	5,0	—	25,6	8,6	3,1	1,8
5. Brauneisenstein von Skalnelno	10,3	35,6	—	7,3	—	23,3	15,3	5,2	1,0
6. Dichter Brauneisenstein von Witinka	11,3	21,6	—	5,2	—	46,4	12,1	1,8	0,2
7. Linsenförmiger und dichter Brauneisenstein von Wolešna	9,2	41,10	—	5,2	—	31,5	8,9	2,1	1,0
8. Erdiger Brauneisenstein von Strazowitz in Mähren	17,78	42,34	—	23,02	—	10,59 (zusammen)		6,70	Sp.
9. Oberflächlich zerstreute Stücke von Austerlitz in Mähren	n. b.	68,00 + AlO_3	—	2,00 + CaO	—	18,00	n. b.	—	—

§ 166. Ausser diesen Erzen finden sich im böhmisch-mährisch-schlesischen Gebiete nur noch jurassische Erze nördlich von Brünn zwischen Olomuczan und Ruditz, sowie Kreideerze zwischen Brünn und Mährisch-Trübau.

Ein Brauneisenstein von Sternberg in Mähren, den Witkowitz verarbeitet, enthält nach einer Privatmittheilung:

20,25	Feuchtigkeit im Ganzen,
12,51	Glühverlust,
33,67	Eisen,
—	Mangan,
27,98	Kieselsäure,
9,47	Thonerde,
1,89	Kalk,
0,56	Magnesia,
0,74	Phosphorsäure.

§ 167. Weit bedeutender und wichtiger sind die Eisenerz-Lagerstätten der Alpen; dieselben sind zwar ursprünglich Spatheisensteine, haben aber auch durch Oxydation vom Tage aus sich in Oxydhydrate verwandelt und bilden darum eine der edelsten Eisenerzsorten der Welt, leicht reducirbar,

leicht schmelzbar und frei von schädlichen Bestandtheilen. Im Verein mit einen ausreichenden Steinkohlen-Vorkommen, würde das Vorkommen dieser Erze die Superiorität des Bezirks in jeder Hinsicht begründen, so aber — bei der weiten Entfernung bis zu den Cokeskohlenlagern — kämpfen diese Bezirke einen schweren Kampf um's Dasein.

Am ältesten sind die Lagerstätten Friesach — Hüttenberg — Wolfsberg in Kärnthen, denn sie beherbergen eine nicht sehr ausgedehnte Partie der krystallinischen Gesteine, wie von Hauer sagt, die wichtigsten der Kärnthner Eisenerz-Lagerstätten.

Die beherrschenden Gesteine sind Gneiss und Glimmerschiefer, welche mit sehr zahlreichen öfters bis zu 100 Klft. = 200 m mächtigen Zügen des körnigen Kalksteines abwechseln, sich aber sonst durch keine bemerkenswerthen, allgemeinen Eigenthümlichkeiten von den analogen Primitivgesteinen anderer Theile der Centralkette unterscheiden.

Die Eisenerze treten gewöhnlich in Begleitung der körnigen Kalksteine im Gneiss sowohl als im Glimmerschiefer auf und bilden rechtsinnig eingelagerte Linsen, Stöcke und Lager.

Vorwaltend ist der Brauneisenstein, während in der Tiefe sich Spatheisensteine zeigen und hat das Erz eine gewisse Aehnlichkeit mit den Erzen von Schmalkalden.

Es sind verschiedene Gewinnungspunkte bekannt, die auf getrennten Lagerstätten umgehen. von Hauer erwähnt Schödendorf südlich, Gaisberg nordöstlich von Friesbach. Diese Erze, grösstentheils Brauneisensteine, 30—36 m, gelangen auf den Hochöfen zu St. Salvator und Hirth zur Verarbeitung.

Oestlich von Friesach liegt Olsa mit einem 8 m starken Lager im krystallinisch-grobkörnigen Kalk. Diese wie die vorige Lagerstätte ist mit Schwefelmetallen verunreinigt, namentlich in den untersten Teufen im Gebiet des Eisenspathes.

§ 168. Weit bedeutender sind die Vorkommnisse bei Hüttenberg und Lölling, welche den Kärnthner Erzberg ausmachen und über welche eine umfangreiche Monographie von F. Seeland (Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1876. Bd. 26, S. 49) vorliegt, welcher die nachstehenden Mittheilungen und Analysen entnommen sind.

„Dem jüngeren Gneiss sowohl als dem älteren Glimmerschiefer sind Urkalk-Lager parallel „eingebettet, welche in mehrfachen Zügen schiefwinklich über die Saualpe und Koralpe streichen, „das Thalgebiet der Mottnitz, Görtschitz und Lavant übersetzend. In diesen Urkalk-Lagern „kommen jene ausgezeichneten Siderit- und Limonit-Lager vor, auf denen der Bergbau von Gaisberg, „Zeltschach, Olsa, Waitschach, Zossen, Hüttenberg, Loben, Wölch, Waldenstein und „Theisseneck seit mehr als 2000 Jahren bereits umgeht und deren Ausbeutung die Blüthe „heimischer Industrie bedingt.“ (Seeland a. a. O. S. 52.)

Das Hauptlager des Erzberges enthält ein System von sechs parallelfallenden und streichenden Spatheisenstein-Lagerstätten, deren grösste Streichungslänge ca. 2465 m und deren grösste Mächtigkeit 758 m incl. Mittel beträgt. Das ganze System erleidet im Streichen eine zweimalige Wendung in's Hangende, wobei von Interesse ist, dass an den Streichenswendungen gleichzeitig Vertaubungen eintreten. Nach dem Streichen und Verflächen zu hören die Lagerstätten in zweierlei Weise auf, erstens durch Zertrümmerung, zweitens durch successiven Uebergang in den Kalk d. i. Verrohwandung.

§ 169. Die Form der Lagerstätten ist meist die langgestreckte unförmliche Linse, die nach Art der Lenticulargänge den krystallinischen Kalk durchziehen. Die Erze, die die Lagerstätten ausfüllen, sind Siderite und ihre Meta- und Pseudomorphosen, nämlich brauner Glaskopf und dichtes Braunerz. Im Allgemeinen ist es die Regel, dass in den untersten Horizonten Weisserze (unverwitterte Siderite) in dem Mittelhorizonte Braunerze und Glasköpfe, und in den höchsten Horizonten Blauerze vorkommen.

Unter den begleitenden Mineralien machen sich der Schwerspath für die metamorphosirten Erze die Kiese und der Quarz für die nicht veränderten Theile besonders bemerklich, da in den Blauerzen der meiste Schwerspath, in den weissen Spathen der meiste Pyrit und Quarz auftreten.

Seeland theilt (a. a. O. S. 84) nachstehende Analysen der Brauneisenerze des Kärnthner Erzberges mit, die alles Wissenswerthe enthalten:

	H_2O	CO_2	FeO_3	FeO	Fe	MnO_3	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	P_2O_5
Glimmerloses Blauerz	10,08	3,32	72,02	—	50,40	4,04	1,75	0,65	4,22	3,32	1,34	0,21
Glimmerarmes Blauerz	5,12	5,50	61,92	7,42	49,00	5,34	5,60	4,75	1,40	5,50	—	—
Gewöhnl. glimmeriges Blauerz .	9,10	2,82	64,28	0,08	44,83	3,21	14,85	0,47	3,50	2,82	—	—
Stark glimmeriges Blauerz . .	3,48	0,05	54,03	—	37,82	4,02	34,00	1,93	0,14	0,05	0,58	0,24
Specifisch leichtes Erz, blaubraun krystallisirt	10,35	1,67	80,00	0,90	56,00	5,70	0,20	0,32	1,50	1,67	0,10	—
Brauner Glaskopf mit Wad . .	11,27	1,37	75,88	1,80	54,50	4,91	4,60	0,21	0,35	1,37	—	—
Ockeriger Glaskopf	12,61	0,11	70,17	—	49,12	4,22	9,35	0,91	0,15	0,11	0,61	0,25

Sämmtliche Analysen sind 1873 von Dr. Mitteregger angefertigt.

Seeland gibt die Erzproduktion für die Jahre 1872—74 im Mittel auf 146,941,700 Kilo Erz, welche von 1463 Arbeitern dargestellt wurden und welche auf 6 Hochöfen in unmittelbarer Nähe und auf 6 Hochöfen, darunter einer mit Cokes, in grösserer Entfernung verhüttet werden.

Interessant sind Erzgewichte, die Seeland angibt und die sich auf den gekoberten Zustand beziehen. Es wiegen:

1 cbm	rohes Blauerz . .	1542,2 Kilo
1 „	Glasköpfe	1592,8 „
1 „	Braunerz, klein . .	1520,0 „

Die Erze der übrigen Theile oder Gruppen dieses Lagerstättenzuges unterscheiden sich nicht wesentlich von den oben mitgetheilten, welche für jene als Typen gelten können.

§ 170. Grossartiger sind die Erzvorkommnisse in den Nordalpen, welche der Uebergangsformation angehörig sich von Göstritzkogel in Oesterreich (östlich von Gloggnitz) bis Schwatz in Tyrol erstrecken, ihre Hauptentfaltung aber allerdings nur in Steyermark finden.

Die Erze treten durchgängig an dem Nordrand, also in den obersten Schichten der Uebergangsformation auf und bilden häufig linsenförmige Massen, seltener Stöcke. Theilweise sind die Lagerstätten der Gebirgschichtung conform eingelagert, theilweise wird Letztere von jenen gangartig durchsetzt.

Oft gehen sie in Kalksteine über, sobald sie mit Kalksteinen des Uebergangsgebirges in Verbindung stehen.

von Hauer unterscheidet die Lagergruppen Reichenau (Oesterreich), Veitsch, Eibelkogel, Niederalpl, Gollrath, Feistereck, St. Stephan, Erzberg, Radmer, Admont, Lietzen (Steyermark), Salzburg, Pillersee und Schwaz (Tyrol).

Die Hauptsubstanz dieser Lagerstättenreihe ist Spatheisenstein, doch fehlt Brauneisenstein als Umwandlungsprodukt niemals, tritt sogar bei einzelnen Theilen der Reihe z. B. am Erzberg stark in den Vordergrund. Die durch Oxydation und Auslaugung umgewandelten Erze sind in der Regel reiner und dadurch edler, als die primitiven Lager; namentlich fehlen die Schwefelmetalle gänzlich, während der Phosphor überhaupt in beiden Erzklassen nicht vorhanden ist.

Die Charakteristik der hauptsächlichsten Gruppen ist in Folgendem dargelegt und durch Analysen unterstützt.

§ 171. Die Erze der Umgegend von Reichenau, die früher schon den Edlacher Hochofen speisten, und welche im Uebergangsschiefer, oft in Contakt mit Letten auftreten, sind manchmal reich an Schwerspath, Schwefelmetallen und Quarz und weisen wenig Brauneisenstein auf.

Bei Neuberg tritt eine Fortsetzung der Reichenauer Lagerstätten auf und bildet entweder eine grosse Anzahl einzelner nicht sehr ausgedehnter Spatheisensteinlinsen im Uebergangsschiefer conform eingelagert oder mehrere rechtsinnige Lager.

Der Spatheisenstein ist meist sehr rein, nur Quarz und Eisenglimmer haltend; hier und da treten untergeordnet Schwefelmetalle auf. Brauneisenstein in der Form von verwittertem Spath findet sich nur im Hauptlager des Bohnkogels; alle übrigen Vorkommen sind vorwiegend Spatheisensteine, die stellenweise in Rohwand übergehen.

In der westlichen bis südwestlichen Fortsetzung dieses Zuges kommt nur bei Eibelkogel nordwestlich von Veitsch Brauneisenstein vor, der noch Glasköpfe, Schwerspath und Psilomelan enthält.

Auch zu Tollingberg bei St. Stephan tritt Brauneisenstein 1—2 m mächtig im Grauwackenkalk auf, während in der Nähe sich noch an diversen Stellen Thoneisensteine finden, welche wahrscheinlich verschiedenen Verwitterungs- und Transporterscheinungen ihre Entstehung verdanken.

§ 172. Weit bedeutender und von hervorragender Mächtigkeit für die einheimische Eisenindustrie ist die Lagerstätte des steyrischen Erzbergs am Prebühl zwischen Vordernberg und Eisenerz oder weiter ausgedehnt Leoben — Hieflau. Es ist dies die mächtigste und am längsten bekannte Eisenerz-Lagerstätte der Nord-Alpen und bildet ein Lager in den Grauwackengesteinen.*)

Die Erzmasse ist durchschnittlich 60, an manchen Stellen selbst bis 180 m mächtig, doch besteht sie nicht ihrer ganzen Mächtigkeit nach aus Erz, sondern es wechselt dasselbe mit tauben Kalk-

*) Dionys Stur charakterisirt die Erzlagerstätte des Steyrischen Erzbergs wie folgt:

Die ältesten Schichten der Gegend sind mehr oder minder dunkelgraue und schwarze Schiefer, von weissen Quarzadern durchschwärmt, dünnschiefrig und leicht verwitternd. Sie sind Schwefelkiesreich und enthalten auch Cukiese, auf die früher Bergbau getrieben wurde.

Ueber dem Thonschiefer folgt die Grauwacke = weisse oder rothe Quarzkörner sind durch Lagen eines grünen oder grünlichen Talkglimmers zu einem schiefrigen an Quarzausscheidungen reichen Gestein verbunden.

Auf der Grauwacke liegt der erzführende Kalk über dem das Erzlager stellenweise bis 90 Klft. Mächtigkeit anschwillt. Das Erz selber ist mit dem darunterliegenden Kalk durch Uebergänge von minderhaltiger Rohwand oder Ankerit verbunden.

Auf dem Erz liegt an den Stellen vollkommener Schichtenausbildung ein eigenthümliches Conglomerat, das auch im Ennsthal das Hangende des Erzlagers bildet: Linsen weissen Kalkes liegen in grober Schiefermasse eingeschlossen.

Stur. Obersilurische Petrefakten am Erzberg etc.
Jahrbuch, Geolog. Reichsanstalt 1865. 15. S. 268.

mitteln ab, in denen mannigfache Uebergänge wahrgenommen werden. Auf dem Erzberg bauen zwei Gesellschaften, der Erzberg-Verein und die Innerberger Haupt-Gewerkschaft — welche in ihren Concessionen — durch einen bestimmten Horizont gegen einander abgegrenzt sind.

Der Erzberg-Verein, an dem ausser der Radmeister-Communität zu Vordernberg noch einige Aktien-Gesellschaften participiren, baut die Kuppe des Lagers mit den edelsten Blau- und Braunerzen ab, wogegen Innerberg den tieferen weniger verwandelten Theil der Lagerstätte besitzt und ausbeutet.

Auf der anderen Seite der Ramsau und der Klamm ist durch die Steyrische Eisenindustrie-Gesellschaft (Zeltweg) und durch die Innerberger Gewerkschaft die Fortsetzung des Erzberglagers um dem Gebirgsstock der Donnersalpe verfolgt worden und hat an Fr. von Hauer einen kundigen Beschreiber gefunden (Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1872. S. 27), während es noch an einer Monographie des Erzbergs mangelt.

§ 173. Die Erze der beiden Lagerstätten sind in folgender Tabelle vereinigt.

Analysen von den Erzen des steyrischen Erzbergs und der Donnersalpe:

Erzberger Zechen:		Glühverlust	H_2O	FeO_3	Fe	MnO_3	MnO	SiO_2 AlO_3	CaO	MgO
Dreifaltigkeit im Weingarten	Wedding a. a. O. S. 374.	15,00	—	75,00	—	4,01		4,4	1,05	0,23
Joseph in Zinnobel		10,90	—	75,70	—	3,48		9,1	—	0,6
Anna in Weissstein . . .		10,60	—	77,90	—	0,85		10,1	3,73	Sp.
Joseph in Kogel		14,00	—	76,40	—	2,07		2,7	—	0,95
Schutzengel in Wismath . .		11,00	—	68,00	—	4,34		14,9	—	1,00
Achatz in Leiten		9,00	—	85,20	—	2,04		3,0	—	0,7
Caspar in Sauberg		7,25	—	89,00	—	3,36		0,08	—	Sp.
Justina in Altenberg . . .		12,10	—	80,20	—	2,40		3,80	—	1,28
Eisenerzer Zechen an der Donneralpe:									$CaCO_3$	$MgCO_3$
Grubenfeld Saga		—	14,90	66,10	45,83	0,40	—	17,04	Sp.	0,42
do. Embla		18,70	—	69,10	48,30	Sp.	—	14,00	0,60	0,70
do. Gefion		12,40	—	79,00	55,3	Sp.	—	6,90	0,50	0,90
									$CaCO_3$	$MgCO_3$
Spitzbrand		—	14,80	59,20	40,92	1,00	—	18,90	3,10	3,18
Grubenfeld Helheim		10,7	—	70,70	49,40	Sp.	—	17,70	0,4	0,30
									$CaCO^3$	
Thulegg		—	11,40	75,60	52,42	0,25	—	11,50	0,80	—
									$CaCO^3$	$MgCO_8$
Donnersalpe Wasserbachsattel . .		—	15,30	74,40	51,58	0,48	—	9,60	Sp.	Sp.
									$CaCO^3$	$MgCO_3$
do. Wingolf		—	10,25	75,08	52,55	0,80	—	11,60	1,00	1,51

§ 174. Dieses mächtige Erzlager ist durch Eisenbahnen nach zwei Seiten hin aufgeschlossen, einmal nach dem Nordwesten zu durch die Ennsthalbahn, dann nach dem Südosten durch die Kronprinz Rudolfsbahn. — Trotzdem dürfte die Jahresförderung im Ganzen 10 Millionen Centner nicht übersteigen — also 500,000,000 Kilos = dem vierten Theil des gesammten Hämatitbezirkes gleichkommen.

Die Radmer östlich vom Eisenerz weist auch mehrere Lager von Rohwand mit Spatheisensteinen auf, wovon das eine, im Buchek, im Ganzen bei 120 m mächtig ist, während die einzelnen edlen Erzmittel 12—16 m Mächtigkeit erreichen. Die Erze, vorwiegend schöne Brauneisenerze, werden von der Steyrischen Eisenindustrie-Gesellschaft abgebaut und in Zeltweg verschmolzen.

Bei Admont und Lietzen im Ennsthal treten ebenfalls Spatheisensteinlager auf, die theilweise in Brauneisenstein umgewandelt sind.

§ 175. Im Herzogthum Salzburg, sowie zu Pillersee bei Kufstein und zu Schwatz bei Innsbruck in Tyrol treten die Fortsetzungen der steyrischen Spatheisensteingänge an verschiedenen Stellen auf, zeigen aber selten die Reinheit und Güte, wie sie bei den früher erwähnten Fund- und Gewinnungspunkten constatirt sind. Auch die Umwandlung in Brauneisenstein ist weniger häufig und dann ganz vereinzelt. Die Salzburger Lagerstätte ist erst neuerdings dem Verkehr etwas näher gerückt worden durch die Bahn Salzburg — Werfen, während die Erze von Pillersee noch ganz und gar jeder besseren Verbindung entbehren und nur die Erze von Schwatz Veranlassung zu weiterem Transport geben könnten.

Ueber diese, sowie jüngere Erze geben nachstehende Analysen einige Auskunft (vgl. Wedding a. a. O. S. 373).

	Glühv.	Wasser	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	$CaCO_3$	$MgCO_3$
Eienschüssiger Thonkieselschiefer von Dienten, verwittert . . .	9,7	—	35,5	3,7	—	—	—	—
Brauneisensteine aus der Trias von Schäfferötz	—	14,9	44,6	—	12,5	2,6	21,3	2,4
Brauneisensteine aus der Trias von Flachenberg und Moosberg .	—	13,5	41,6	—	4,5	—	5,1	34,0
Brauneisensteine aus der Trias von Höllgraben	—	12,0	65,6	—	7,8	—	12,8	—
Brauneisensteine aus der Trias, geröstet, von Windingsberg . .	—	—	56,6	—	3,2	0,6	—	—

§ 176. Bei Preszka in Krain finden sich Brauneisensteine und Glaskopf in der Grauwacke, die sehr rein sind und ein gutes Eisen geben; leider hemmt der Brennstoffmangel jeden bedeutenden Aufschwung.

Bei Tergove in Kroatien sind ebenfalls Brauneisenerze und Glasköpfe nachgewiesen worden, die Erwähnung verdienen.

In der Steinkohlenformation von Turrach (Steyermark) tritt ein mächtiges Lager von Spatheisenstein auf, welches in einzelnen Theilen die vollkommene Umwandlung in Brauneisenstein zeigt. Auch die tieferliegenden Kalke enthalten im Steinbachthal grosse conform gelagerte Linsen von theils festem, theils lockeren Brauneisenstein, welcher die besten Erze liefert.

Aehnliche Erze von gleichem Alter treten im Bundschuhthal in Steyermark auf, im südlichsten Theil des Lungan. Diese Erze scheinen durch Verwitterung von Eisenkies entstanden zu sein.

Brauneisenstein-Lager, dem Turracher Lager entsprechend, treten zu Grünnleiten, Altenberg, in der inneren Krems (Kärnthen) auf und werden in der Umgegend von Gmünd verschmolzen. Auch zu Radenthein bei Gmünd findet sich in einem eisenhaltigen braunen Conglomerat eine meterdicke Lagermasse von Brauneisenstein.

Ein Brauneisenstein von Paternion in Kärnthen, dessen Analyse Wedding (a. a. O. S. 375) mittheilt, enthält:

	1.	2.
H_2O	15,6	14,0
FeO_3	81,8	78,0
Rückstand	1,8	6,3
CaO	0,8	1,7

Ueber die Lagerstätte selber hat Wedding nichts Näheres angegeben.

§ 177. Eine sehr interessante Lagerstätte bilden die bei Krainburg und Laibach auftretenden Bohnerze des Alpenkalkes. In der Wochein nordwestlich von Krainburg, wie auch bei Hof südöstlich von Laibach finden sich ganz unregelmässige Höhlen und Canäle im Kalkstein, die unter einer 20—30 m starken Decke von Kalkschutt eine Erzablagerung bestehend aus Bohnerz, kleineren Kalkstücken, in einem gelblichen Lehm eingeschlossen, aufweisen.

Ueber die in derselben Lagerstätte auftretenden Thonerdehydrate (Beauxite und Wocheinite) wird bei den feuerfesten Materialien weiter unten das Nöthige mitgetheilt werden.

Wedding gibt (a. a. O. S. 375 und 376) eine Reihe von Bestimmungen des Eisenoxyds, der Thonerde, der Kieselsäure und des Wassers in diesen Erzen.

		H_2O	FeO_3	SiO_2	AlO_3
1.	Oolithische Erze . . .	12,3	42,8	14,7	27,6
2.	do. . . .	13,9	31,6	15,3	38,8
3.	do. . . .	11,6	44,4	15,5	28,5
4.	do. . . .	14,9	30,6	11,7	42,8
5.	do. . . .	5,4	22,6	19,2	52,8
6.	Brauneisenstein . . .	12,6	85,2	2,0	Sp.
7.	do. . . .	13,8	79,4	6,6	Sp.
8.	do. . . .	3,6	85,6	6,7	4,0
9.	do. . . .	10,2	38,2	28,3	23,3
10.	do. . . .	11,4	85,8	2,7	Sp.
11.	do. . . .	12,9	66,6	16,7	4,6
12.	do. . . .	12,5	80,0	3,5	2,0
13.	do. . . .	15,8	70,0	10,4	2,0
14.	do. . . .	12,7	68,8	13,2	4,6

Die Nummern 1—5 und 9 sind Uebergänge in den Beauxit, da sie sich in der Zusammensetzung den weiter unten besprochenen Erzen von Antrim und Belfast nähern.

Die früher erwähnten Lagerstätten der Bukowina führen ebenfalls Braun- und Schwarzeisensteine.

Einen Mergeleisenstein von 13—14/00 baut man bei Kimpolung ab.

§ 178. Die Braueisensteine des Königreichs Ungarn sind vorwiegend Verwandlungsprodukte eines Spatheisenstein-Vorkommens von bedeutender Ausdehnung, doch kommen auch selbstständige Ablagerungen von grosser Mächtigkeit vor.

Bei Marluszina und östlich von Bries werden in den krystallinischen Schiefern Lager von Brauneisenstein abgebaut, welche in Hradek zur Verschmelzung gelangen.

In den Fahlerz führenden Gängen der krystallinischen Schiefer des Serpentins und Diorits, welche einen grossen Theil des Sohler, Liptauer, Tornaer, Zipver, Abaujvárer und Sároser Comitats einnehmen, kommen als Gangausfüllungsmassen Spatheisensteine vor, die am Ausgehenden in Brauneisensteine umgewandelt sind.

Bei Libethen wird ein bis viele Meter mächtiges Brauneisenstein-Lager abgebaut, in dessen Begleitung auch 24—25 Procent haltige Eisensilikate vorkommen. Zu Pojnik östlich von Neusohl wird ein anderes 0,6—2,3 m mächtiges Brauneisenerz-Lager in über 300 m Länge abgebaut.

Eine zweite Brauneisenstein-Lagerstätte im Glimmerschiefer liefert 25—30 procentige Erze und ist auf 800—1000 m mit 0,3—1,0 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Weitere Lager sind bei Theissholz und Bisztra aufgeschlossen, ebenso bei Dobschau, Eltsch, Rosenau.

Im Gebirgszug von Żeleznik bei Eltsch treten zwei grosse Brauneisenstein-Lagerzüge auf, der Żelezniker und der Rakoser. Jener besteht aus drei Hauptlagern von zusammen 20 m durchschnittlicher Mächtigkeit. Beide Züge liefern im Minimum 40,000,000 Kilos Erze per Jahr.

Weitere Brauneisensteinvorkommen finden sich im übrigen Theil der genannten Bezirke verstreut, doch von geringerer Einzelbedeutung und lassen sich eher mit dem Vorkommnisse des Brauneisensteins im Siegerland vergleichen.

Bei Diosgyör, bei Nagybanya, bei Szigeth in Nordost-Ungarn, treten vereinzelt ebenfalls auch Brauneisensteine in älterer Formation auf, die gewonnen werden. Einzelne davon kommen nicht mehr den Ungarischen, sondern den Bukowiner Hütten zu Gute.

Bei Tirnowa im Banat und bei Ruskberg in der Grenze treten auch noch ältere z. Th. manganhaltige Brauneisensteine auf.

In den Adnether Schichten des Tatragebirges, im Lias des Arvaer Comitats, in oberflächlichen Lagerräumen bei Grosswardein treten Brauneisensteine von sehr verschiedener Bedeutung auf. Ein Opaleisenstein mit 25/00 Eisen wird im Karpathenhandstein von Unghvár abgebaut, während zu Turcz bei Nagybanya Brauneisen-Ausscheidungen im tertiären Sandstein auftreten und gewonnen werden. Bei Szina und Certész, sowie bei Munkács kommen im Bereich der vulkanischen Erscheinungen Brauneisenerze vor, die benutzt werden können.

§ 179. In neuerer Zeit sind im Hunyader Comitat, Siebenbürgen, bedeutende Lagerstätten aufgefunden worden, unter denen der Erzberg von Gyalár und das Teleker Vorkommen in erster Reihe stehen. Dieselben haben zur Gründung des Kronstädter Berg- und Hütten-Vereins Veranlassung gegeben und gehören unter die wenigen Lagerstätten, die eine grössere Bedeutung, ihrer Massigkeit wegen haben können.

Es sind von diesen Erzen eine Menge von Specialuntersuchungen gemacht worden, welche weitere Verbreitung verdienen.

Die Brauneisenerze von Gyalár haben (im Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt 15. 1865. S. 172) durch B. von Winkler zunächst eine analytische Würdigung erfahren, deren Resultate folgen:

	Oberer Tagbruch	Barbara Grube	Unterer Tagbruch	Oestl. Remierfeld	Vom Telek
Rückstand . . .	2,74	3,78	40,76	23,36	49,55
$FeO_3 + AlO_3$ sp. .	88,83	87,41	52,17	75,28	44,40
CaO	1,19	Sp.	Sp.	—	Sp.
MgO	0,56	Sp.	Sp.	—	Sp.
S	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
H_2O	6,36	7,94	7,02	1,18	5,56
Fe besonders titrirt	58,85	57,72	35,42	46,73	28,35

In der grossen Tabelle von Analysen, welche Kerpely gesammelt hat, treten noch ein paar Analysen hinzu.

§ 180. Das Teleker-Vorkommen ist ebenfalls vielseitig beschrieben und untersucht worden und weist interessante Metamorphosen von Spath- und Brauneisenstein auf, welche die Genesis des Lagers beleuchten.

K. von Hauer theilt (Verhandlung der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1868. S. 319) die nachstehenden durch E. Glasel ausgeführten Analysen von Erzen des Teleker Eisensteinvorkommens (Eigenthum des Kronstädter Berg- und Hütten-Vereins) mit. Es sind mit Oxydulcarbonat gemischte Brauneisenerze, bei denen leider und sonderbarer Weise FeO_3 und FeO zusammen bestimmt worden sind.

	H_2O CO^2	FeO u. FeO_3	MnO	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO
1. Bauholzer Stolln, 1. Klafter . .	9,30	63,50	0,42	18,30	4,90	4,30	Sp.
2. do. 5. „ . .	12,60	58,74	Sp.	21,30	1,30	7,80	Sp.
3. do. 10. „ . .	6,40	73,84	2,56	15,30	Sp.	2,20	0,70
4. do. 15. „ . .	20,90	30,74	1,86	28,50	0,30	8,20	7,20
5. do. 20. „ . .	22,00	49,12	0,52	12,10	0,80	93,0	6,90
6. do. 25. „ . .	25,10	42,67	1,03	13,10	Sp.	9,00	8,70
7. do. 30. „ . .	20,83	41,50	0,98	14,06	2,54	13,45	6,45
8. do. 35. „ . .	17,36	56,06	4,38	12,36	3,69	4,65	2,23
9. do. 40. „ . .	24,04	13,52	2,10	23,39	4,11	21,04	10,97
10. Glückauf Feldmaass, am Tag .	7,56	64,14	4,18	16,89	2,93	3,16	1,59
11. do. neben 10.	22,74	56,20	2,51	9,10	0,85	2,61	6,58
12. Bauholzer Feldmaass, über Tags	6,08	83,47	5,04	4,44	1,14	0,83	Sp.
13. do. Feld „	9,28	55,32	1,28	32,43	0,66	1,15	0,68
14. do. „ „	9,54	63,62	3,95	20,45	1,14	Sp.	Sp.
15. do. Grubenfeld „	10,50	64,07	4,42	17,69	1,17	2,32	1,02
16. do. Feldmaass „	25,70	63,73	2,99	2,15	3,83	1,70	0,90
17. do. Grubenfeld „	24,84	31,91	2,59	14,61	3,72	17,01	6,10
18. do. Feldmaass „	9,01	58,43	3,28	26,71	Sp.	1,62	1,62

In dem Erz sind Carbonate und Oxydhydrate durcheinander gemischt und bilden Uebergänge aus den Ersteren in Letztere. Dadurch, dass man auf CaO, MgO und MnO einen Theil der Kohlensäure bezieht und für den Rest das Eisenoxydul aufsucht — vermag man die Verhältnisse zwischen Oxyd und Oxydul zu beurtheilen. Warum der Analytiker beide nicht getrennt bestimmt hat, ist aus der kurzen textuellen Anmerkung nicht zu ersehen.

§ 181. Unter den in den Verhandlungen der Wiener Geolog. Reichsanstalt berührten Erzen Ungarns sind noch die folgenden hier zu erwähnen, welche einen Brauneisenstein von der serbisch-banater Militairgrenze aus den C. von Klein'schen Gruben betreffen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Unlöslich . . .	42,7	60,5	44,5	64,0	58,6	26,3
FeO_3	29,4	29,5	38,8	26,0	32,3	60,2
$CaCO_3$	10,7	—	—	Sp.	—	—
$MgCO_3$	10,8	1,4	4,0	Sp.	1,5	1,0
H_2O	6,4	8,6	12,7	10,0	7,6	12,5
Fe met.	20,5	20,6	27,1	18,2	22,6	42,1

1, 2, 3, 4 Schurfstollen Kraku Planinita nördlich von Swiniza, zwischen Staristie- und Tissowitzathal.

5, 6 Schurfschächte am Plateau desselben Thales. (Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1864. S. 140.)

§ 182. Die übrigen Erze überhaupt haben in dem schon citirten Kerpely'schen Sammelwerk Platz gefunden, dem nachstehende Tabellen der Eisenerz-Analysen entlehnt sind.

Brauneisenstein. Gömörer Comitat.	FeO_3	MnO_3	Co / Ni	Quarz u. SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	BaO	CuO	Sb	As	P_2O_5	SO_3	H_2O / CO^2	Zusammen
Zeleznik, Krisztina-Grube, Rima-Murányer-Verein	86,04	0,14	—	2,55	0,32	Sp.	Sp.	—	Sp.	—	—	0,81	Sp.	H_2O 10,00	99,86
Berg Hradek, Schmelzwerk Dernö	81,433	1,682	—	2,585	3,60	0,998	—	—	0,077	0,012	0,031	Sp.	0,128	9,469	100,000
Rákos-Berg, Andreas-Grube, Rima-Murányer-Verein	81,254	0,36	—	5,30	1,79	0,25	Sp.	—	—	—	—	0,31	Sp.	H_2O 10,85	100,110
Bányaoldal, Schmelzwerk Dernö	81,253	1,165	—	3,006	3,937	0,576	—	—	Sp.	Sp.	Sp.	0,399	0,105	9,559	100,000
Málhegy " "	80,540	2,095	—	4,915	0,580	0,998	—	—	Sp.	Sp.	—	0,027	0,265	10,580	100,000
Zeleznik, III. Lag., Pismo-Zubau-Stollen, Aerar, Theissholz	80,232	0,749	Sp.	4,095	1,696	0,729	0,622	Sp.	0,110	0	0	0,745	0,044	10,978	100,000
Leopoldifeld, Schmelzwerk Betlér	80,282	+ MnO 0,550	—	2,655	4,378	0,959	Sp.	—	0,100	0,008	Sp.	0,295	0,725	10,048	100,000
Zeleznik, III. Lag., Neu-Pismo-Stollen, Aerar, Theissholz	79,758	0,955	—	2,995	3,570	0,575	0,261	—	0,031	Sp.	—	0,073	0,044	11,738	100,000
" (Szirk-Turcsok) Krisztina-Stoll., Rima-Murányer-Ver.	79,624	0,123	—	2,298	4,005	1,485	0,360	—	0,038	0,003	Sp.	1,284	0,034	10,773	100,000
Nikolai, Hangendfach, Schmelzwerk Betlér	79,415	0,268	—	4,630	1,185	2,685	0,288	—	0,288	—	—	0,128	0,125	10,988	100,000
Zeleznik, II., Klement-Lager, Rima-Murányer-Verein	79,253	0,439	—	2,103	3,849	2,418	Sp.	—	0,038	0	0	0,802	0,103	10,995	100,000
Nikolai, Hauptfach, Schmelzwerk Betlér	78,670	0,258	—	3,945	4,140	1,112	Sp.	—	0,125	0,010	—	0,136	0,157	11,447	100,000
Zeleznik, III., Johann-Stollen, Aerar, Theissholz	77,878	1,785	—	0,653	2,140	0,384	0,837	—	—	0	0	Sp.	0,030	17,293	100,000
Maria-Aloisia-Grube, Schmelzwerk Betlér	77,763	+ MnO 0,500	—	4,945	2,554	1,419	0,385	—	Sp.	0	0	Sp.	0,065	12,369	100,000
Szadlovszky-Stollen, " "	77,717	+ MnO 0,250	NiO[1] 0,800	4,045	4,328	1,265	0,504	—	0,175	0	0	0	0,337	10,579	100,000
Zeleznik Clotild-Grube, Rima-Murányer-Verein	77,320	0,440	Co Sp.	4,500	4,57	0,50	0,26	—	0,07	.	.	0,81	0,11	11,50	100,08
" III., László-Stollen, Rima-Murányer-Verein	75,973	0,543	Ni Sp.	4,889	3,309	0,978	Sp.	—	0,038	0,010	Sp.	0,369	0,034	13,857	100,000
Ober-Doborka, Schmelzwerk Dernö	75,439	5,746	—	0,700	5,061	0,480	0	—	Sp	—	—	0,272	1,513	10,789	100,000
Zeleznik, Klement-Grube, Rima-Murányer-Verein	74,82	0,16	—	5,50	8,16	0,24	0,14	—	Sp.	—	—	0,73	0,11	H_2O 10,00	99,86
Krisztina-Kosár-Grube, Schmelzwerk Dernö	74,493	1,682	—	8,380	2,700	1,036	—	—	0,401	0,002	—	0,730	0,094	10,482	100,000
Zeleznik, Magnaspei-Stollen, Rima-Murányer-Verein	74,575	0,330	Sp.	3,855	7,715	0,921	Sp.	—	0,038	0	0	0,595	0,069	11,902	100,000
" III., Johann-Stollen, Aerar, Theissholz	73,496	1,577	—	5,032	5,358	0,925	0,802	—	0,073	0	0	1,833	0,090	10,814	100,000
" Obere Paul-Grube, Rima-Murányer-Verein	72,72	1,72	—	7,60	4,29	0,85	Sp.	—	0,03	—	—	0,490	0,13	H_2O 12 20	100,000
" Peterpismo-Grube, " " "	71,85	5,22	Co Sp.	5,25	3,75	0,62	Sp.	—	Sp.	—	—	0,31	Sp.	H_2O 12,5	99,500
" Untere Paul-Grube " " "	71,39	0,78	.	9,15	7,10	0,42	Sp.	—	Sp.	—	—	0,29	Sp.	H_2O 11,12	100,25
" Krisztina-Stollen " " "	69,325	0,342	Sp.	8,753	5,791	1,036	Sp.	—	0	0	0	2,100	0,044	12,609	100,000
" Martini-Grube " " "	67,50	Sp.	—	13,75	6,28	0,70	0,13	—	Sp.	—	—	1,370	Sp.	H_2O 10,35	100,08
" Adam-Grube " " "	67,47	1,53	—	15,20	4,06	0,28	Sp.	—	Sp.	—	—	0,560	0,11	H_2O 10,60	99,81
Licze'r Terrain " " "	$FeO = 1,10$ 66,06	3,99	Sp.	15,18	2,27	1,47	0,03	$K_2O = 0,06$ $Na_2O = 0,37$	—	—	—	0,43	0,21	H_2O 8,44	99,61
Zeleznik, Klement-Grube " " "	66,74	0,35	Sp.	10,50	7,50	0,65	0,32	—	Sp.	—	—	1,71	0,14	H_2O 11,75	99,66
Gotscher Terrain, Schmelzwerk Oláhpatak	66,733	Sp.	Sp.	21,670	—	0,460	0,802	—	0,296	0,006	Sp.	0,793	0,401	8,839	100,000
Zeleznik, Martini-Grube, Rima-Murányer-Verein	65,67	0,21	—	12,00	7,73	Sp.	Sp.	—	Sp.	—	—	1,500	Sp.	H_2O 12,00	99,11
" Obere Andreas-Grube, " " "	63,19	4,02	—	14,50	6,31	0,44	Sp.	—	Sp.	—	—	0,41	Sp.	H_2O 10,80	99,67
Rákos, Andreas-Grube, " " "	63,06	0,62	—	23,55	2,80	0,28	Sp.	—	—	—	—	0,14	Sp.	H_2O 9,05	99,50
Zeleznik, Magnaspei-Grube, " " "	61,35	4,62	Co Sp.	10,85	7,88	0,80	Sp.	—	0,02	—	—	1,87	0,05	H_2O 12,50	99,94

[1]) Schien eine grünlich gefärbte Druse zu enthalten.

Brauneisenstein. Gömörer Comitat.	FeO_3	MnO_3	Co Ni	Quarz u. SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	BaO	CuO	Sb	As	P_2O_5	SO_3	H_2O CO^2	Zusammen
Rákos, gemeinschaftl. Andras-Grube, Rima-Murányer-Verein	60,38	4,17	Co Sp.	25,87	1,19	0,40	Sp.	—	—	—	—	0,11	Sp.	H_2O 7,00	99,12
Zeleznik, Rákosi-Josef-Erbstollen, „ „ „	59,639	1,055	—	26,218	4,140	1,150	Sp.	—	—	—	—	0,160	0,077	7,560	100,000
Rákos, Kálmán-Grube, „ „ „	58,85	0,98	—	27,45	3,20	0,45	Sp.	—	—	—	—	0,15	—	H_2O 9,15	100,23
Zeleznik, Kristina-Grube, „ „ „	58,53	0,28	—	17,00	10,44	0,32	0,28	—	Sp.	—	—	2,03	Sp.	H_2O 10,58	99,38
„ Polyxena-Grube, „ „ „	58,12	0,30	—	20,95	10,09	0,25	Sp.	—	Sp.	—	—	0,14	0,06	H_2O 9,75	99,66
„ III., Theresia-Tagbau, Aerar, Theissholz . . .	58,103	11,822 [1]	0	4,945	8,183	0,570	0,905	—	0,159	0,003	0	0,081	0,044	15,185	100,000
Rákos, Cornel-Grube, Rimá-Murányer-Verein	55,60	5,38	Co Sp.	22,50	6,62	0,25	Sp.	—	—	—	—	0,01	Sp.	H_2O 8,80	99,19
„ Samuel-Grube, „ „ „	54,76	2,82	Co Sp.	25,55	5,46	0,28	Sp.	—	Sp.	—	—	0,33	Sp.	H_2O 9,95	99,15
Zeleznik, Adam-Grube, „ „ „	54,15	0,45	Co Sp.	25,25	6,77	0,50	0,12	—	Sp.	—	—	2,03	0,08	H_2O 10,45	99,80
Unter-Sajó, Emanuel-Grube, Schmelzw. Oláhpatak und Sajó	FeO=11,47 37,17	2,59	—	23,20	7,49	0,82	1,89	—	Sp.	0	0	0,48	FeS_2= 0,56	CO_2=10,10 H_2O=4,40	100,170
Zeleznik, Gustav-Grube, Rima-Murányer-Verein	48,11	1,52	Co Sp.	36,60	4,74	0,65	Sp.	—	0,06	—	—	0,28	0,06	H_2O 7,80	99,82
„ Anton-Grube, „ „ „	46,46	29,01	Co Sp.	7,35	2,49	0,36	0,43	—	1,08	—	—	0,50	0,07	H_2O 11,85	99,60
„ „ „ „ „	44,49	1,81	—	29,20	10,98	0,54	Sp.	Kali, Natron, Lithion 1,30	Sp.	—	—	0,93	0,04	H_2O 9,15	98,44
Dobschaner Terrain, Margit-Grube, Schmelzwerk Betlér .	36,712	1,725	—	45,425	6,296	1,084	0,504	—	0,096	0	0	0,123	0,500	7,535	100,000
Zeleznik, III., Pekari-Stollen, Aerar, Theissholz	36,684	0,233	—	52,035	2,500	0,153	0,369	—	—	—	—	0,028	0,071	7,929	100,000
„ I., Peter-Pimso-Stollen. Rima-Murányer-Verein .	31,641	7,202	—	51,996	0,784	2,226	0,333	—	Sp.	0,018	0,0003	0,203	0,180	5,3547	100,000
Armin-Grube,[2] Schmelzwerk Betlér	25,77	3,325	Sp.	53,425	6,73	1,726	2,126	—	Sp.	0	0	0,712	0,072	6,114	100,000
Zipser Comitat.															
Umgegend von Altwasser, Bartl Gedeon	FeO=1,28 82,45	MnO 1,58	—	Unlösl. 4,32	3,37	0,57	0,03	—	Kupfersulfid 0,17	—	0,01	—	—	6,22	100,000
Lizia-Grube, Krompacher Hütte	FeO=0,68 78,79	3,47	—	Unlösl. 3,46	—	0,40	0,52	—	—	—	—	—	—	CO_2=1,29 H_2O=11,15 Verlust 0,06	100,000
Umgegend von Altwasser, Bartl Gedeon	79,29	2,48	—	Unlösl. 4,85	1,84	0,53	0,07	—	Kupfersulfid 0,71	—	—	—	—	CO_2=0,49 9,76	100,000
„ „ „ „ „	77,28	5,65	—	Unlösl. 6,77	—	0,59	0,83	—	—	—	—	0,06	0,11	CO_2=1,30 7,41	100,000
Göllnitz, Gruben von Ménesdorfèr und Valkó	73,787	0,206	—	Unlösl. 13,070	—	Sp.	Sp.	—	Sp.	Silber 0,004	—	Sp.	0,018	H_2O 11,823	98,897
„ „ „ „ „ „	67,416	1,40	—	Unlösl. 15,693	—	0,086		—	—	—	—	1,119	0,446	H_2O 10,786	96,946
„ Oesterr.-ungar. Hochofen-Gesellschaft	67,00	4,50	—	12,40	4,00	—	0,50	0,51	0,60	—	—	—	S. 0,50	10,00	100,01
Iglóer Terrain, „ „ „	FeO=3,70 61,60	5,30	—	11,20	1,20	—	0,60	—	0,30	—	—	—	S. 0,20	15,90	100,00
Göllnitz, Gruben von Ménesdorfer und Valkó	63,137	2,745	—	Unlösl. 23,250	—	0,018		—	—	—	—	Sp.	0,291	H_2O 10,103	99,543
Slovinkaer Terrain, Oesterr.-ungar. Hohofen-Gesellschaft .	FeO=1,5 54,09	5,10	—	29,18	1,58	—	0,50	—	0,32	—	—	—	S. 0,25	7,48	100,000
Göllnitz „ „ „ .	FeO=3,96 52,22	8,21	—	14,61	1,71	—	10,72	—	0,52	—	—	—	—	8,05	100,000

[1]) Bei grösserem Mangangehalt wurden Parasiten und Schlacken auf 100 Eisenmangan bezogen und vorausgesetzt, dass ca. 1/3 des Mangans in die Schlacke geht. — [2]) Zuschlagserz.

	FeO_3	MnO_3	Co Ni	Quarz u. SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	BaO	CuO	Sb	As	P_2O_5	SO_3	H_2O CO^2	Zusammen
Sohler Comitat.															
Jelsiner Terrain, Peter-Grube, Schmelzwerk Pojnik	71,482	2,550	—	4,609	5,019	0,292	0,245	—	—	—	—	4,167	0,107	12,216	100,744
Hlbokaer Terrain, Erzherzog Albrecht	71,450	2,16	—	11,10	4,08	—	—	—	—	—	—	—	—	12,24	101,030
Altgebirger Terrain, Schmelzwerk Libethen	66,54	2,11	—	16,20	3,86	0,42	Sp.	—	0,77 *Cu*	—	—	0,42	0,13	10,09	101,24
Schurf bei Pod-Brezini, „ Pojnik	58,876	5,488	—	15,494	6,375	0,422	0,838	—	—	—	—	2,046	0,103	10,673	100,215
„ „ Riavka, „ Rhonitz	53,73	0,57	—	24,75	9,00	0,62	1,07	—	—	—	—	0,41	Sp.	10,36	100,51
Zsjaraer Grubenfeld, „ Pojnik	53,282	1,098	—	24,406	7,552	0,34	1,100	—	—	—	—	2,264	0,125	9,833	100,00
Jamesnaer Stückerz, „ Libethen	53,220	0,64	—	29,31	6,06	0,62	0,73	—	—	—	—	0,23	—	9,16	100,47
„ Grubenklein, „ „	51,940	0,68	—	25,17	9,70	0,76	0,97	—	—	—	—	0,47	—	10,39	100,08
Rothwasser, „ Rhonitz	51,90	0,41	—	25,17	9,46	0,30	0,53	—	—	—	—	1,15	Sp.	11,08	100,000
Schurf im Zsleber Terrain, „ „	50,66	5,58	—	22,26	7,02	0,63	1,06	1,02	Sp.	—	—	1,60	0,50	9,67	100,000
Grubenfeld Habakuk, „ Pojnik	46,912	1,002	—	38,184	6,963	0,520	0,361	—	—	—	—	1,281	0,329	4,448	100,000
Dombrowitzaer Terrain, „ „	46,311	5,987	—	30,569	5,200	0,210	0,439	—	—	—	—	2,942	0,080	8,262	100,000
Balogher Terrain, „ Rhonitz	44,79	3,33	—	33,94	5,07	0,39	1,26	—	Sp.	—	—	0,78	Sp.	10,44	100,000
Schurf bei Dezemberka, „ „	44,69	0,27	—	31,81	11,66	0,22	0,57	—	—	—	—	1,11	Sp.	9,67	100,000
„ „ Riavka, „ „	40,82	—	—	35,52	11,34	0,23	1,22	—	—	—	—	2,22	0,21	8,44	100,000
Jelsin, Stefan-Grube, „ Pojnik	39,482	0,193	—	51,154	3,035	0,170	0,081	—	0	—	—	0,570	—	5,315	100,000
Hruskova, „ Rhonitz	38,330	1,99	—	44,36	7,94	0,22	0,14	—	—	—	—	—	—	H_2O u. CO_2 6,73	99,710
Pojniker Terrain, „ Pojnik	35,184	4,197	—	35.645	12,463	0,884	1,514	—	—	—	—	3,623	0,065	7,263	100,878
Grubenfeld Posadka, „ Libethen	36,01	1,030	—	40,850	11,210	0,790	1,350	—	—	—	—	0,610	—	8,150	100,000
Polyankaer Schurf, „ Rhonitz	34,86	2,63	—	37,65	10,62	0,71	3,36	—	—	—	—	0,83	Sp.	9,340	100,000
Zsleber Schurf, „ „	33,41	2,49	—	42,09	11,48	0,44	1,32	—	—	—	—	0,71	0,12	7,94	100,000
Havrankaer Terrain, „ „	25,84	2,57	—	45,06	17,22	0,35	0,61	—	—	—	—	1,15	Sp.	7,20	100,02
Liptauer Comitat.															
Javorer Terrain, Erzherzog Albrecht	80,74	—	—	1,14	6,16	—	0,07	—	—	—	—	—	—	H_2O u. CO_2 13,07	101,18
Abaujer Comitat.															
Trohanka, Gregor-Grube, Schmelzwerk bei Jászó	76,506	2,409	—	2,532	2,151	0,221	2,612	—	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	0,087	13,482	100,000
Tornaer Comitat.															
Szilás (Aerar), Eisenwerk Diósgyör	*FeO* = 0,38 80,69	0,50	—	2,08	0,83	1,90	0,23	—	0,01	—	—	0,08	0,29	13,30	100,29
Borsoder Comitat.															
Rudobánya, Eisenwerk Diósgyör	59,20	2,51	—	27,90	0,73	0,60	0,40	—	—	—	—	0,12	Sp.	8,70	100,16
Templomoldal, „ „	78,18	6,61	—	3,06	0,89	0,48	0,45	0,45	0	—	—	0,28	0,29	9,50	100,19
Rudóber, Nep. Joh.- u. Bruiman-Grubenfeld, Eisenw. Diósgyör	72,787	6,031	Sp.	6,289	0,215	0,640	0,995	2,441	—	Kali Natron 0,910	—	—	1,228	8,464	100,000
Telekes, Eisenwerk Diósgyör	71,80	4,27	—	6,05	2,40	0,61	0,81	0,69	Sp.	—	—	0,20	—	13,21	100,03
Rudobánya, „ „	64,25	0,60	—	18,91	4,52	0,38	0,69	—	*Cu* = 0,23	—	—	0,24	Sp.	Wasser u. CO_2 9,76	99,58
Unter-Telekes „ „	55,48	5,64	—	11,66	3,79	3,89	0,73	5,34 [1]	—	—	—	—	2,78	10,69	100,000
Ober-Telekes „ „	54,43	3,33	—	12,66	4,46	6,76	2,12	1,40	0,15	—	—	0,21	0,72	13,97	100,21
„ „ „	38,05	1,24	—	15,78	2,64	2,17	1,00	20,78 [1]	—	—	—	Sp.	11,13	8,78	101,53
Nográder Comitat.															
Szinobánya, Schmelzwerk Szinobánya	57,54	3,626	—	23,306	3,010	0,220	0,228	—	Kali Natron 0,898	Sp.	Sp.	0,069	0,577	10,526	100,000
Kraschoer Comitat.															
Moravitza, Paulus-Grube, II. Lager[2], Eisenwerk Reschitza	2,75 *FeO* 67,26	Mn_3O_4 2,23	—	7,48	0,06	8,07	Sp.	—	—	—	—	Sp.	—	12,15	100,00
„ „ II. „ „ „	1,38 *FeO* 67,51	Mn_3O_4 7,13	—	6,51	Sp.	7,62	Sp.	—	0,09	—	—	—	—	9,76	100,00
Dognatschkaer Gruben, Eisenwerk Anina	3,88 *FeO* 47,20	0,17	—	27,92 [3]	6,12	4,16	0,31	—	0,28	—	—	0,08	*S* 0,38	9,50	100,00

[1]) Barytreiche Stufen. — [2]) Bohnerz. — Unlösliches.

Brauneisenstein.	FeO_3	MnO_3	Co Ni	Quarz u. SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	BaO	CuO	Sb	As	P_2O_5	SO_3	H_2O CO^2	Zusammen
Arader Comitat.															
Grubenfeld Korbu, Schmelzwerk Munyasza	84,21	—	—	Unlösl. 1,5	0,34	Sp.	Sp.	—	Sp.	—	—	0,22	Sp.	H_2O 12,50	98,77
„ Graszgyn, „ „	83,58	—	—	Unlösl. 1,41	2,20	wenig	—	—	—	—	—	0,07	Sp.	H_2O 12,70	99,96
„ Arnóth, „ „	81,40	Sp. [1]	—	Unlösl. 1,3	4,60	Sp.	Sp.	—	—	—	—	Sp.	Sp.	H_2O 12,50	99,80
„ Korbu „ „	68,50	— [1]	—	Unlösl. 2,00	7,50	Sp.	Sp.	—	Sp.	—	—	0,15	Sp.	H_2O 14,50	—
„ Arnóth, „ „	61,36	—	—	Unlösl. 1,100	7,00	Sp.	Sp.	—	—	—	—	Sp.	Sp.	H_2O 12,50	—
Beregher Comitat.															
Grubenbaue des Grafen Schönborn, Eisenwerk bei Munkàcs	[2] 62,646	1,577	—	3,608	13,082	0,725	0,477	—	0,073	—	—	0,342	0,090	17,380	100,000
„ „ „ „ „ „ „	[3] 58,336	10,686	—	6,315	11,192	0,725	0,261	—	0,080	—	—	0,518	0,056	11,831	100,000
Mármaroscher Comitat.															
Budfalvaer Terrain, Aerar	[4] 66,065	Sp.	—	9,144	12,835	0,325	0,334	—	Sp.	.	.	0,134	0,738	10,424	100,000
Nyetedaer, Fejérpatak und Poduroj (Aerar)	—	—	—	38,50	—	—	—	—	—	—	—	Phosphor 0,32	S 0,22	H_2O 7,60	—
Szörényer Comitat.															
Ruszka-Alpe,[5] Schmelzwerk Ruszkitza	71,328	5,937	—	7,805	0,902	0,625	0,549	—	0,470	—	—	0,518	0,005	11,861	100,000
„ [6] „ „	61,511	7,152	—	15,282	3,491	0,825	0,441	—	0,240	—	—	0,134	0,176	10,748	100,000
Siebenbürgen, Belsö-Szolnoker Comitat.															
Varatyiker Terrain,[7] Schmelzwerk Poduroj	72,45	—	—	7,33	3,86	Sp.	Sp.	—	Sp.	—	—	0,17	1,07	H_2O 15,46	100,34
Kalinie-Izvoru, „ „	71,86	—	—	3,00	3,08	—	—	—	—	—	—	Sp.	2,83	H_2O 19,50	100,27
Valya drakului, „ „	63,82	—	—	12,33	5,67	1,34	0,35	—	—	—	—	0,25	1,64	H_2O 14,86	100,26
Rosia-Grube, „ „	57,79	—	—	21,53	2,74	Sp.	Sp.	—	—	—	—	—	2,61	H_2O 14,63	99,30
Kalinie-valya, „ „	37,74	—	—	36,55	12,56	Sp.	Sp.	—	—	—	—	—	0,44	H_2O 11,61	98,90
Macskamezö, „ „	35,55	37,35	—	9,57	1,20	4,49	0,49	—	—	—	—	1,500	Sp.	H_2O 9,73	99,88
Hunyader Comitat.															
Teleker Bergbaue,[6] Schmelzwerk Kalán	70,35	5,29	—	10,91	5,95	Sp.	Sp.	—	Sp.	—	—	Sp.	0,30	7,20	100,000
Gyalárer „ „ Govasdia	66,63	Mn_3O_4 4,57	—	19,99	1,35	0,41	0,51	—	Sp.	—	—	Sp.	0,15	6,39	100,000
„ Barbara-Stollen, „ „	64,866	3,856	—	16,380	0,364	1,725	1,558	—	0,066	—	—	0,200	0,124	10,861	100,000
Teleker Bergbaue,[8] „ Kalán	59,46	4,78	—	2,000	4,13	10,58	4,10	—	—	—	—	Sp.	0,170	14,78	100,000
Brauner Glaskopf.															
Gömörer Comitat.															
Betlér, Leopoldi-Feld, Schmelzwerk Betlér	81,595	—	—	3,300	2,235	1,530	—	—	0,013	0,001	Sp.	0,224	0,330	10,772	100,000
Deterjescher Terrain,[9] „ Dernö	74,787	4,862	—	7,306	1,888	0,883	0,526	—	Sp.	Sp.	Sp.	—	0,117	9,631	100,000
Kraschóer Comitat.															
Nadrager Terrain, Eisenwerk Nadrag	66,430	0,950	Co Sp.	18,630	1,420	Sp.	Sp.	—	Cu 0,010	—	Arsensäure 0,073	1,930	0,050	10,507	100,000
Szörényer Comitat.															
Ruszka-Alpe,[10] Schmelzwerk Ruszkitza	47,70	2,18	—	27,48	5,06	2,90	2,46	—	—	—	—	—	S 0,95	CO_2 5,01 H_2O 8,15	101,89

[1] Manganreich, der Mangangehalt wurde aber nicht bestimmt. — [2] Mulmiges Erz. Im Allgemeinen enthalten die Eisensteine dieses Vorkommens und dieser Hütten kaum 25% Eisen. Vorliegende Probe scheint einer ausgewählten Stufe zu entsprechen. — [3] Dichtes Erz. Siehe Anmerkung 2. — [4] Ausgewählte Stufe. Der Durchschnittsgehalt erreicht kaum 30% *Fe.* — [5] Theilweise mit Glaskopf gemengt. — [6] Mulmig. — [7] Findlinge. — [8] Dichtes Stufenerz. — [9] Mit Brauneisenstein gemengt. — [10] Im gerösteten Zustande.

§ 183. Was die osteuropäischen Bezirke anlangt, so ist bezüglich Polen und Russlands zunächst zu constatiren, dass die oberschlesischen Eisenerz-Lagerstätten der Trias-Formation nach Polen hinüberreichen, wie schon das (S. 73) erwähnte Erz von Mischkow zeigt und dass die Zusammensetzung dieser Erze, der der oberschlesischen vollkommen entspricht. Man findet daselbst dieselben zink- und manganhaltigen thonigen Brauneisenerze wie in Oberschlesien. Ausser auf diesen bereits charakterisirten Lagerstätten tritt die hier beschriebene Erzspecies in ausgedehnter Weise nur noch als Raseneisenstein im Flachland von Moskau, als ebenfalls sehr junges Erz (Seeerz), in Finnland und im Olonetz-Gebiet auf und dann vereinzelt z. B. im Ural und im Gebiet des Don als älterer Brauneisenstein. Die Qualität dieser Erze ist sehr verschieden und sie participiren in ganz ungleicher Weise an der Eisenfabrikation Russlands. Während sie bei den uralischen Werken in der vorzüglichsten Beschaffenheit auftreten (cf. die vom Fürsten Bieloselsky und der Gräfin Stenbock-Fermor 1873 in Wien ausgestellt gewesenen Prachtblöcke mit über 50/₀₀ *Fe*) sind sie in den jüngeren Formationen viel ungleicher, obwohl sie einer bedeutenden Industrie (die Werke von N. Poutiloff, die Eisenhütten Raïvolo, Marienfors, Kumming, Kussomi u. a.) die Grundlage geben.

Nachstehende Zusammenstellung von Analysen russischer Brauneisensteine zeigt hinlänglich die verschiedenartige Qualität derselben:

Aeltere Erze:	H_2O	Orig.-Subst.	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	S	P	Cu
Fasrig. Brauneisenstein von Kamensk, Perm (Rammelsbergs Mineralchemie).	15,01	—	83,38	58,37	—	—	1,61	—	—	—	—	—	—
Erz von Schilowsky (Demidoffs Catalog 1878. S. 31).	n. b.	—	81,57	57,10	Sp.	Sp.	5,366	2,066	Sp.	Sp.	Sp.	0,885	Sp.
Erz von Nelobsky do. do.	„	—	68,86	48,20	0,962	—	15,625	8,217	2,878	Sp.	Sp.	1,305	Sp.
Erz von Soldinsky do. do.	„	—	48,98	34,29	0,568	—	27,317	6,028	2,869	Sp.	Sp.	—	Sp.
Rasenerze:													
Erz von Nischnei-Nowgorod, Hermann (Rammelsbergs Mineralchemie).	13,87	1,08	30,57	21,40	1,55	1,08	50,28 Sand	—	—	—	—	2,93 P_2O_5	—
do. do. do. do. do.	13,00	2,50	32,75	22,94	1,00	0,72	47,50 Sand	—	—	—	—	3,50 P_2O_5	—

In Betreff der Rasenerze und Seeerze ist der Mangel an ausführlicheren Zusammenstellungen zu beklagen, da im Gegensatz hierzu Schweden seine Vorkommen schon frühzeitig einer ausführlichen Untersuchung unterworfen hat.

§ 184. In Schweden treten die Brauneisensteine nur ausnahmsweise in den ältesten Formationen und dann meist, wie auch die Rotheisensteine als Umwandlungsprodukte der Magneteisenstein-Lagerstätten auf. Sie sind ohne erhebliche Bedeutung für die allgemeine Gestaltung der Eisenindustrie und figuriren nur als gelegentliche Zuschläge.

Weit wichtiger sind die Seeerze Schwedens, ein merkwürdiges Seitenstück der Rasenerze, die sich auf den Boden der Seen (in Smöland, Gotland und Wermeland) in Form von linsengrossen selten bis bohnengrossen Körnern vorfinden und sich gegenwärtig immer wieder von Neuem reproduciren. Sie werden aufgefischt und auf vielen Hüttenwerken geschmolzen.

Schon Karsten (Eisenhüttenkunde 3. Aufl. II. S. 48 u. 49) hat eine Reihe Analysen dieser Erze, die Svanberg ausgeführt, mitgetheilt, welche auch Wedding-Percy II. S. 420 u. 421 wiedergegeben hat.

Wegen der Vollständigkeit der gemachten Bestimmungen mögen sie auch hier folgen, wie wohl eine Zusammenstellung neuerer Untersuchungen von Interesse wäre.

	H_2O Orig.-Subst.	FeO_3	MnO_3	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	P_2O_5
Smäland	16,22	65,58	3,87	7,15	5,09	0,82	0,15	Sp.	1,128
do.	10,73	68,45	3,70	8,04	5,26	2,27	0,73	„	0,825
do.	15,12	69,06	1,10	6,69	5,31	0,87	0,24	„	0,732
do.	13,79	68,82	0,64	7,38	7,89	0,62	0,16	„	0,701
do.	10,84	75,87	0,72	7,05	1,762	2,95	0,08	0,04	0,692
do.	16,19	69,95	1,97	5,85	3,47	1,82	0,06	0,12	0,559
do.	11,04	71,18	1,84	11,66	2,68	0,84	0,21	Sp,	0,534
do.	11,01	74,77	0,72	8,51	1,97	2,84	0,11	0,09	0,534
do.	12,92	57,08	16,19	10,70	2,17	0,68	0,14	Sp.	0,434
do.	13,80	70,38	4,01	9,19	1,23	0,88	0,21	„	0,310
do.	13,30	56,48	15,88	8,54	3,10	2,34	0,09	0,03	0,259
do.	7,58	45,26	0,46	41,26	2,36	2,68	0,02	0,13	0,253

	H_2O Orig.-Subst.	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	SO_3	P_2O_5
Smäland	10,70	59,95	10,13	13,57	2,41	2,97	0,06	0,03	0,192
do.	15,78	60,86	11,50	6,40	4,38	0,67	0,24	Sp.	0,168
do.	13,04	62,30	10,11	8,44	2,70	3,10	0,10	0,05	0,162
do.	13,07	74,10	0,92	7,73	1,43	2,55	0,08	0,07	0,151
Wermland	12,72	61,00	2,20	17,16	4,26	1,20	0,17	0,07	1,213
do.	14,32	43,23	12,34	22,34	5,08	0,63	0,03	0,35	0,048
do.	15,25	64,13	1,53	11,24	6,23	0,46	0,17	0,10	0,894
do.	16,54	61,84	3,43	11,33	5,20	0,50	0,06	0,43	0,672
do.	11,18	65,79	0,83	17,87	2,37	0,68	0,63	Sp.	0,666
do.	14,69	35,39	34,72	9,49	2,79	1,67	0,37	0,27	0,554
do.	16,58	61,12	0,90	18,32	1,74	0,67	0,18	0,15	0,336
do.	15,12	59,86	5,43	13,00	5,10	0,78	0,46	—	0,253
do.	16,15	70,80	3,02	5,49	3,64	0,50	0,11	0,09	0,213
do.	17,81	67,59	1,45	7,88	4,18	0,47	0,23	0,21	0,179
do.	15,77	63,29	7,95	8,12	4,06	0,27	0,40	—	0,153
do.	14,94	68,03	1,70	10,11	4,49	0,49	0,12	Sp.	0,138
do.	14,00	63,50	2,28	15,50	3,89	0,43	0,22	0,05	0,130
Helsingland . . .	10,30	52,86	10,85	19,61	3,47	1,97	0,13	Sp.	0,812
Dalarne	15,88	70,05	1,78	8,03	1,50	2,31	0,12	„	0,336
do.	7,70	43,53	3,45	39,84	3,41	1,81	0,08	„	0,182

In allen Colonnen dieser Tabelle, ausgenommen die letzte, sind die Beträge auf 2 Decimalen abgerundet worden.

§ 185. Es ist aus der vorstehenden Tabelle leicht zu ersehen, dass die skandinavischen Seeerze gleichmässiger zusammengesetzt sind als die Rasenerze es im Allgemeinen zeigen.

Ein Smäländer Wiesenerz von Morell untersucht, ergab:

FeO_3	62,56
MnO_3	2,60
SiO_2	20,40
MgO	5,80
P_2O_5	0,68
H_2O u. Organ. Subst. . .	7,50

Die Ausdehnung des Magneteisenstein-Erzbaues, die erleichterten Verkehrsmittel haben in der neueren Zeit, die Seeerze etwas zurücktreten lassen; dieselben würden beim Cokesbetrieb besser ausgenutzt werden können, als beim theueren Holzkohlenbetrieb.

§ 186. Grossbritannien besitzt eine grosse Menge wichtigere und ergiebige Brauneisenstein-Vorkommen, welche schon z. Th. längst bekannt und gewürdigt, z. Th. erst in neuerer Zeit in den Verkehr gezogen worden sind.

Es sind zum geringsten Theil Erze älterer Herkunft, nur in Cornwall und Devonshire kommen Brauneisenerze im Bereich der devonischen Schiefer vor. Im Bezirk Forest of Dean treten verschiedene Arten von Brauneisenstein im Bereich des Kohlenkalkes auf, die der dortigen Eisenindustrie eine specielle Physiognomie geben. In Staffordshire treten im Bereich der Kohlenformation Brauneisensteine von geringerer Bedeutung auf, während in Glamorganshire das permische System Brauneisenerze führt.

Das bedeutendste Vorkommen ist im Bereich des Jura von Lincolnshire und Northamptonshire, welches ähnlich obwohl weniger bedeutend auch in Dorsetshire, Wiltshire und Oxfordshire nachgewiesen worden ist. Weil diese Bezirke Kohlen nicht enthalten, so bedurfte es einige Zeit, ehe die Industrie sich entschloss, diese Lagerstätten auszubeuten. Auch haben bis jetzt die Brauneisenerz-Lagerstätten Grossbritanniens nicht in gleichem Maass, wie die Hämatit- noch mehr die Sphärosiderit- und Blackbandlager, der englischen Eisenindustrie einen besonderen Stempel aufgedrückt.

§ 187. Von den älteren Lagerstätten englischen Brauneisensteins steht Forest of Dean obenan, da gegen 200,000 Tons daselbst gefördert werden. Man classificirt diese Erze in

Brush Ore	mit pptr	90/00 FeO_3
Smith Ore	„ „	89/00 „
Clod oder Grey Vein	„ „	50/00 „

Alle diese Sorten finden sich fast unter gleichen Verhältnissen, wie die rothen Hämatite von Cumberland; die Eisensteinformation wird unmittelbar durch den Whitehead Kalkstein bedeckt, eine regelmässig geschichtete Gebirgsart, deren Lager oftmals im höchsten Grad krystallinisch werden.

Die abgebauten Räume der Eisensteinzechen (die Erzbänke liegen oft 25 m stark) sind so bedeutend, dass man sie oft mit Crypten einer Cathedrale verglichen hat; dadurch wird indirekt schon der Beweis für das Vorkommen des Eisenerzes als Ausfüllungsmasse grosser Klüfte und Taschen geliefert. Auch sonst finden sich interessante Einzelheiten, die hier indessen zu weit führen.*)

§ 188. Die Eisenerz-Lagerstätten zu Llantrissant in Glamorganshire, welche erst seit 16 Jahren wieder die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, scheinen (nach R. Hunt) seit 200 Jahren ausser Betrieb gewesen zu sein und werden von zwei Gesellschaften ausgebeutet.

Die Lagerung ist ebenfalls ähnlich wie bei Witehaven (Cumberland) und weicht also auch unwesentlich von dem Vorkommen der Forest of Dean ab. Die Erze kommen über dem südlichen Ausgehenden der Südwaleser Kohlenflötze vor und sind von denselben nur durch Conglomerate des permischen Systems geschieden. Aus einem von R. Hunt mitgetheilten Profil ist ersichtlich, dass Conglomerate und schiefrige Gesteine sich auf die Kalkformation auflagern, welche die Ränder des Kohlenbeckens von Südwales bildet. Unter dem Conglomerat und dem Kohlenschiefer, in welchem Letzteren noch einige schwache Flötze vorkommen, ist das Eisenerz auf den aufwärts gekehrten Schichtenköpfen des Kalksteins in den Unebenheiten und Klüften eingelagert.

Man dachte sich anfangs das Erz stets nach der Richtung des Fallens aufgelagert, doch zeigten spätere Aufdeckungen, dass die Lagerstätte plötzlich in den Kalkstein selbst eindringt. Diese vertikale Erzmasse kann entweder plötzlich enden, wie der angebliche Hämatitgang zu Stainton bei Ulverstone oder sie führt zu einer „Erztasche", einer mit Eisenerz erfüllten Höhle im Kalkstein.

In der unmittelbaren Nachbarschaft dieser Ablagerung entdeckte man später ein schwaches Flötz von Thoneisensteinknollen.

§ 189. Zu Trampton Cotteret im Kohlenbecken von Bristol findet man den braunen Hämatit im Pennant Grit oder dem Sandstein der Kohlenfelder auftretend.

Zahlreiche Brauneisenerz-Lagerstätten existiren noch in Cornwall und Devonshire. Nahe bei St. Austell in Cornwall, sowie bei Brixham und Newton Abbot in Devonshire baut man die Erze mit Nutzen ab.

Weniger beachtet sind im Ganzen die braunen Hämatite von Northwales und anderen Bezirken. Ein einziges Erz von Froghall bei Cheadle in North-Staffordshire liegt günstig genug, bezüglich der Kohlenbezirke in South-Staffordshire, um dort ausgedehnte Verwendung zu finden und desshalb auch bedeutenden Abbau zu lohnen. Man sieht dieses Erz als einen umgeänderten sehr eisenreichen Kalkstein an, der desshalb ein gutes Zuschlagserz für die Thoneisensteine der Black Country abgeben kann.

§ 190. Analysen dieser älteren Erze, welche Wedding (a. a. O. S. 291) mittheilt, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	H_2O	CO^2	Orig.-Subst.	FeO_3	FeO	Fe	MnO	unlösl. Rückst.	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	FeS_2	SO^3	S	P_2O_5
Froghall bei Cheadle, Staffordshire, dicht, homogen braunroth . .	4,75	18,14	1,30	52,83	—	36,98	0,81	0,04	Sp.	—	14,61	5,70	—	0,28	—	0,32
Blackbrush-Erz, Forest of Dean	9,22	—	—	90,05	—	63,04	0,08	1,07	—	Sp.	0,06	0,20	Sp. (FeS₂ + SO³)		—	0,09
Brandybrush-Erz, Forest of Dean, unrein und kieselreich	3,55	—	—	32,76	—	22,93	Sp.	63,38	0,07	0,05	0,25	0,25	Sp.		—	0,09
Smith-Erz, Forest of Dean	7,05	—	—	89,76	—	62,86	0,04	2,57	—	0,63	0,44	0,40	Sp.	—	—	0,13
Grey Vein, Forest of Dean, reich an Carbonaten	5,18	20,75	—	48,98	0,24	34,46	0,16	0,86	—	0,12	14,07	10,21	Sp.	—	—	0,06
Llantrissant, Glamorganshire	6,38	—	—	59,05	—	41,34	MnO_2 0,09	—	34,40	Sp.	0,25	0,28	—	0,09	—	0,14
St. Austell, Cornwall	6,60	—	—	51,87	—	36,31	0,43	0,05	36,03	4,01	0,52	0,17	—	—	0,03	0,49
Brauneisenerz, Devonshire, ohne Ortsangabe	8,83	—	—	89,34	—	62,60	MnO_2 0,33	Cu 1,70	—	0,33	0,33	0,20	Sp.	Sp.	—	0,13

§ 191. Alle übrigen Brauneisenerze Englands gehören der breiten jurassischen Zone an, welche sich von der Mündung des Tees über den Humber fort durch Lincolnshire, Northamptonshire, Oxfordshire nach Wiltshire nach der für die jurassische Fauna klassischen Küste von Lyme Regis in Devonshire erstreckt.

*) Bei dieser Darlegung der Lagerungsdetails ist wesentlich einer durch den Verfasser für die Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1868, S. 239 bearbeiteten Darlegung Rob. Hunt's im Quarterly Journal of Science gefolgt worden.

Alle diese Eisenerze gehören dem Gebiet der Oolithe an und unterscheiden sich wesentlich von den älteren oben geschilderten Erzarten. Sie haben mit der „Minette“ des festländischen Jura's viel Aehnlichkeit und wurden auch, wie diese, längere Zeit vernachlässigt. Vielfach trägt an dieser Vernachlässigung ihr schwankender Gehalt an Kalk bei, der bei der Gewinnung desshalb nicht immer vermieden werden kann, weil Kalk und Eisenerz miteinander wechsellagern und gleich gefärbt sind, so dass nur ein höchst sorgfältiger lagenweise geschehender Abbau ein zu grosses Durcheinander von Erzsubstanz und Kalkstein verhindert (vgl. die Discussion über den Vortrag Doves in dem Meeting zu Leeds 1876, betreffend die Eisenerze zu Frodingham, Journal of the Iron and Steel Institute 1876. II).

Was die Zusammensetzung dieser Erze anlangt, so geben verschiedene Analysen und Arbeiten darüber Aufschluss. Nach den Angaben von Dove unterscheidet man z. B. im Eisenerzvorkommen von Frodingham, North-Lincolnshire (in der Mitte zwischen Hull und Doncaster gelegen) nachstehende Reihenfolge von Schichten.

Zu oberst: Top stone, ein zerreibliches, feinkörniges, braunes, fast sandsteinartiges Mineral, leidlich trocken, 2 Fuss 9 Zoll;
Gutes Eisenerz, dünnschiefrig, 1 Fuss;
Eisenkalkstein, 9 Zoll;
Gutes Eisenerz, der zweiten Schicht ähnlich, 3 Fuss 6 Zoll;
Eisenkalkstein, 1 Fuss;
„Ingwerbrod“, dunkel rothbraunes Erz; 1 Fuss 6 Zoll;
Eisenkalkstein, 9 Zoll;
Gutes hartes Erz, 2 Fuss;
Eisenkalkstein, 1 Fuss;
„Pink rock“, hellfarbiges Erz, 9 Zoll;
„Bottom bed“, starkgefärbter fast schwarzer Eisenstein.

§ 192. Die chemische Analyse dieser auf einander folgenden verschiedenen Erzlager ergab:

	H_2O	CO_2	Nässe	FeO_3	Fe*) trocken	Fe nass	MnO	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	S	P_2O_5
Für den Top stone . .	14,43	Sp.	9,97	61,79	43,25	38,94	2,70	10,77	6,38	1,79	1,10	0,08	1,46
„ das 1 Fuss Erz . .	12,47	6,15	10,65	48,71	34,10	30,47	3,05	12,85	3,85	9,58	2,51	0,06	1,12
„ das 3 Fuss 6 Zoll Erz	12,40	6,87	10,79	47,14	33,00	29,44	1,72	11,95	4,08	11,45	2,97	0,10	0,87
„ das Ingwerbrod .	11,90	6,74	18,32	47,36	33,15	27,08	2,09	13,00	4,85	10,60	3,02	0,07	0,82
„ das gute harte Erz .	10,70	5,28	13,04	41,14	28,80	25,04	0,79	24,40	6,62	8,18	2,10	0,04	1,12
„ den Pink rock . .	8,43	—	—	29,00	—	20,30	0,51	10,80	2,49	42,25	5,88	0,15	0,40
„ das Bottom bed .	11,06	—	—	23,71	—	16,60	0,42	9,30	3,68	43,35	6,51	0,14	1,72

§ 193. Von den Eisenkalken wurden nur zwei Durchschnittsproben genommen und dabei die versteinerungsleeren auf der einen, die versteinerungsführenden auf der anderen Seite zusammengefasst. Ebenso wurden die ersten fünf eisenführenden Erzschichten, dann die gesammten sieben Schichten, endlich dieselben mit Ausschluss des Top Stone zu einer Durchschnittsprobe vereinigt — ein Verfahren, das sich hier, wie bei den Untersuchungen der Minette u. a. geschichteter Erze sehr gut bewährt hat.

	H_2O	CO_2	Nässe	FeO_3	Fe trocken	Fe nass	MnO	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	S	P_2O_5
Versteinerungsleere Eisenkalke	2,30	—	—	12,57	—	8,80	0,26	2,50	1,74	76,80	3,36	0,08	0,22
Versteinerungsführende Eisenkalke	3,23	—	—	15,00	—	10,50	0,32	2,35	1,65	73,70	3,13	0,07	0,44
Durchschn. der Top stone u. der 4 Eisensteinbänke	12,53	4,73	12,03	49,94	34,96	30,31	1,97	14,19	5,22	8,07	2,29	0,07	1,08
Durchschnitt aller Eisensteinschichten	12,17	4,06	—	46,59	—	29,05	1,75	13,59	4,94	12,95	2,84	0,09	1,05
Durchschnitt desgl. ohne Top stone	11,54	5,21	—	42,31	—	21,26	1,48	14,15	4,43	16,10	3,34	0,08	0,94

Interessant ist das Auftreten von manganreichen Lagen, von welchen die tiefere Lage (13 Fuss unter dem Top stone) $3{,}8\,^0/_{00}$ MnO_2 — die höhere (7 Fuss unter dem Top stone) dagegen $11{,}4\,^0/_{00}$ MnO_2 aufweist.

*) Es sind zwei Eisenbestimmungen gemacht, von denen eine sich auf das getrocknete, die andere auf das nasse Erz bezieht.

§ 194. Diese kalkreichen Materialien haben sich bis jetzt mit Schlackenzuschlägen und mit einem Erz aus dem mittleren Bezirk von Lincolnshire am Besten verarbeiten lassen, dessen Zusammensetzung Dove ebenfalls mittheilt.

Die Analyse ergab:

FeO_3	60,91	= 42,64 *Fe*
Mn	Sp.	
AlO_3	5,47	
CaO	1,60	
MgO	0,06	
P_2O_5	1,02	
S	0,03	
Rückstand . . .	15,80	= { 13,24 SiO^2; 2,56 AlO_3 }
$H_2O + CO^2$. . .	15,35	

Ein anderes Erz von Brigg in Lincolnshire enthielt:

FeO_3	58.10	= 40,67 *Fe*
MnO_2	0,88	
AlO_3	3,00	
CaO	4,15	
MgO	0,06	
CO^2	1,08	
P_2O_5	1,40	
H_2O	16,46	
Rückstand . . .	13,75	

(cf. Wedding a. a. O. S. 293).

§ 195. An die Lincolnshire-Erze schliessen sich unmittelbar die Erze von Northamptonshire, Oxfordshire u. s. w. von welchen Wedding a. a. O. die nachher zusammengestellten Analysen mittheilt.

Noch ist zu bemerken, dass voraussichtlich noch mehr Lagerstätten im Bereich des Jura auftreten werden, wie denen beispielsweise vor einigen Jahren 1875/76 zu Abbotsbury bei Westbury, Wiltshire ein bis 10 m stellenweise mächtiges Lager von Eisenerz aufgeschlossen wurde.

Die Entphosphorungsbestrebungen sind der Aufsuchung jurassischer Erze nur günstig, vorausgesetzt, dass letztere nicht zu kalkreich gefördert werden.

Die Analysen lauten:

	H_2O	CO_2	Orig.-Subst.	FeO_3	*FeO*	*Fe*	*MnO*	Gegl. Rückst.	SiO_2	AlO_3	*CaO*	*MgO*	FeS_2	SO_3	*S*	P_2O_5
Wellingboro', Northamptonshire, oolitisch-ockerbraun	11,37	4,92	—	52,20	Sp.	37,00	0,51	13,55	1,60	7,13	7,13	0,57	0,03	—	—	1,26
	11,28	—	—	51,93	—	—	—	13,59	1,77	—	7,39	0,54	—	—	—	—
Wellingboro', Northamptonshire, ockergelb . .	6,97	18,45	—	34,41	Sp.	24,09	0,27	5,82	0,89	6,19	25,68	0,85	0,30	0,07	—	1,47
Wellingboro', Northamptonshire	11,00	7,98	—	50,31	Sp.	35,37	0,51	9,33	0,22	7,25	11,76	0,62	0,17	—	—	1,28
	11,07	7,80	—	50,48	—	—	0,45	9,34	0,35	—	11,87	0,60	—	—	—	—
Hardingstone bei Northampton	11,89	0,57	—	74,12	—	52,05	0,57	7,15	0,43	1,55	0,76	0,18	0,06	Sp.	—	3,17
East End Ironworks bei Wellingboro'	12,40	—	—	76,00	Sp.	53,20	0,40	5,33	—	2,30	$CaCO^3$ 0,41	$MgCO^3$ 0,11	—	—	—	1,03
Heyford Ironworks bei Weedon - Northamptonshire	10,90	—	—	56,20	Sp.	39,34	0,20	29,07	—	2,43	$CaCO^3$ 0,49	$MgCO^3$ 0,17	—	—	—	0,84
Northamptonshire-Erz . .	0,54	24,79	0,08	—	33,29	28,28	1,11	24,09	1,99	4,62	0,50	7,96	0,13	Sp.	—	0,22
do. . .	6,92	0,16	0,19	38,04	10,54	34,83	0,69	24,61	1,96	12,35	Sp.	4,13	0,13	Sp.	—	0,26
Banbury, Oxfordshire . .	1,76	31,92	Sp.	3,19	12,34	11,98	Sp.	7,36	2,13	3,36	34,82	1,67	0,06	0,10	—	0,26
Woodstock, Oxfordshire .	16,31	6,11	—	44,67	0,86	31,94	0,44	13,10	0,48	7,85	9,29	0,66	—	—	Sp.	0,55
Dorsetshire	13,11	—	—	55,21	—	38,65	MnO_2 0,95	25,15	—	2,75	0,45	1,15	—	0,16	—	0,42
Seend in Wiltshire . . .	13,61	Sp.	—	53,43	—	37,44	MnO_2 1,60	—	24,81	4,19	0,84	0,72	—	—	Sp.	0,87

§ 196. Ausnahmsweise verdienen noch die irischen Beauxite Erwähnung, da sie ein erhebliches Zuschlagsmaterial für die kalkreichen und kieselhaltigen Rotheisensteine in Cumberland bilden.

Sie kommen als Ausfüllungen vulkanischer Klüfte und Höhlungen, vielleicht als Produkt eines vulkanischen Gesteins zu Antrim bei Belfast in Irland vor und zeigen nach Percy's Angaben nachstehende Zusammensetzung:

AlO_3	27,95	34,57
FeO_3	35,91	27,93
FeO	6,57	5,08
MnO	0,05	Sp.
CaO	0,60	0,91
MgO	0,20	6,62
KaO	0,49	—
SiO_2	9,75	9,87
TiO_2	n. b.	3,51
P_2O_5	0,00	Sp.
H_2O	18,63	19,36

Sie haben oft eine ziemlich grelle rothe Farbe und gleichen einem Conglomerat mit undeutlich begrenzten Körnern, die in einem weicheren Mineral liegen.

§ 197. Frankreichs Brauneisensteine sind, mit Ausnahme der französisch gebliebenen Antheile an der Minetteablagerung der Mosel sehr zerstreut und im Einzelnen wenig bedeutend. Wie Jordan in seinem Vortrag vor dem Pariser Meeting des Iron and Steel Institute 1878 gesagt, kommt keine Ablagerung denjenigen gleich, welche die Engländer ihr eigen nennen; weder die Hämatite, noch die Blackbands noch auch die jurassischen Carbonate Grossbritanniens finden ihres Gleichen in Frankreich.

Die Brauneisensteine bilden trotzdem die Mehrzahl der französischen Erzlager und werden von Jordan geschieden in

Braune Hämatite,
Oolithe,
Bohnerze,
Sonstige Brauneisensteine.

Unter braunen Hämatiten erklärt der Berichterstatter die am wenigsten wasserhaltigen (?) Varietäten des Limonits, vor Allem die braunen Glasköpfe, die stalaktischen Brauneisenerze verstehen zu wollen, denen sich dann die umgewandelten Spatheisensteine, die milden Brauneisenerze anschlössen.

§ 198. Braune fasrige Hämatite, stets mehr oder minder manganhaltig, frei von Schwefel und nur mit Spuren Phosphors, sind lange Zeit schon Gegenstand der Gewinnung im Perigord (Departements Charente und Dordogne) gewesen. Die Eisenhütten daselbst haben stets in gutem Ruf gestanden, doch ist die Erzproduktion gering und die Ablagerungen sind vorwiegend zerstreut und weit von einander entfernt. Die Gewinnungspunkte waren besonders

Guillot und Grosbot (36%ige Erze) und
Taponnat (44%ige Erze) im Departement der Charente.

Die Letzteren wurden früher auf dem der französischen Marine gehörenden Hochofen von Ruelle zu Kanonenmaterial verschmolzen, doch hat seit dem Auslöschen der Holzkohlen-Hochöfen die Produktion an diesen Erzen fast gänzlich aufgehört.

Die Zusammensetzung eines solchen Perigord-Erzes ist nach Jordan

FeO_3	56,50
SiO_2	30,00
AlO_3	5,00
$CaO + MgO$	Sp.
S	Sp.
$H_2O + CO^2$	8,00

Man hat es also mit einem sehr strengflüssigen Erz zu thun, welches mit wenigstens 20/00 CaO erst zu grauem Eisen verschmolzen werden konnte und namentlich zur Darstellung von Geschützmaterial sehr geeignet war.

§ 199. Von grösserer Bedeutung auch für die Jetztzeit sind die Brauneisenstein-Lager der Pyrenäen, welche sowohl im Osten (den Departements Ostpyrenäen und Aude) als auch im Centrum wie im Westen (den Departements der Arriège und der Niederpyrenäen) auftreten.

Bei Prades in den Ostpyrenäen liegen die bedeutenden Erzgruben Fillols und Sahorre, welche eigentliche derbe und traubige Brauneisensteine von kalkiger Gangart neben aus Spathmetamorphosen herrührenden weichen Erzen liefern. Wie aus den später mitgetheilten Analysen hervorgeht, sind es reine und reiche Erze mit 43—50/$_{00}$ *Fe* und 2—5/$_{00}$ *Mn* die sich hier finden.

Im Thal von Vic d'Essos (Departement der Arriège) bewirthschaften die dort ansässigen acht Landgemeinden die berühmten Gruben von Rancié. Die Lagerstätte ist eine unregelmässige, stockwerkartige, nach der Verticaldimension vorzugsweise ausgedehnte; sie tritt auf im oberen Lias und liefert eine Mischung von manganhaltigem Brauneisenstein mit Eisenglanz und Rotheisenstein.

Die Erze sind, wie die Analysen ausweisen, sehr rein und reich; doch bildet die eigenthümliche, durch mittelalterliche Tradition und verwickelte Besitzverhältnisse bedingte Abbau- und Gewinnungsmethode ein Hinderniss grösserer und regelmässiger Ausbeute und lähmt, wie Jordan sich ausdrückt, das allgemeinere Interesse der französischen Metallurgie an dieser Lagerstätte. Desshalb hat die Produktion 40,000 Tons per Jahr, wie angenommen wird, niemals überstiegen, was aber auch durch die mangelhaften Verkehrsverhältnisse mit bedingt wird.

Es sollen eine Menge ähnlicher, doch noch vollständig unverritzter Lagerstätten in dem Arriège-Departement sich finden, welche alle auf eine bessere und billigere Verbindung mit den thalwärts gelegenen Ebenen und einen erleichterten Abfluss nach den anderen Departements von Frankreich warten.

§ 200. Die Zusammensetzung erhellt aus folgenden Analysen:

	H_2O+CO^2	FeO_3	MnO_3	SiO^2	AlO_3	CaO MgO	S
Hämatit von Fillols	12,00	75,10	3,06	3,10	1,85	5,20	—
do. von Vernet	9,40	71,65	5,55	8,00	5,00	2,30	0,10
Weiches Erz von Sahorre	9,30	65,50	4,50	12,50	3,00	5,40	—
Schwarzes Erz der Orléans-Grube bei Rancié	10,20	70,80	6,60	5,60	—	5,50	—
Erz der St. Barbe-Grube bei Rancié . .	15,30	58,20	15,70	3,40	—	6,50	—
Aeltere Analyse der Erze von Rancié . . .	12,20	82,20	3,60	2,00 Thon		—	—

Die ersten fünf Untersuchungen hat Jordan mitgetheilt, während die letzte von Berthier herrührt und aus seinem Traité des essais etc. Bd. II in verschiedene andere Werke (z. B. Flachat, Barrault und Petiet I. S. 92) übergegangen ist. Die Jordan'schen Mittheilungen betreffen wahrscheinlich Durchschnittsproben, während Berthier ein ausgewähltes Handstück untersucht hat.

§ 201. Die Oolithvorkommen sind in Frankreich auch jetzt noch, nachdem Lothringen den Franzosen verloren gegangen ist, sehr verbreitet, ausgedehnt und bedeutend. Jordan giebt die Minetteproduktion in den französischen Gebietstheilen pro 1873 immer noch auf 750,000 Tons pro 1873 an. Ausserdem aber besitzt Frankreich noch anderweitige oolithische Eisenerze.

Jordan führt die nachstehenden als die bei weitem Bedeutendsten an.

Zu Jussey im Departement der Saône, zu Souvance und Laissey, im Departement des Doubs, zu Cugney, im Jura-Departement werden Oolithe abgebaut.

Die dem Creusot gehörigen Gruben zu Mazenay (Saône et Loire) fördern jährlich an 200,000 Tons eines kalkigen Oolithes von pptr. 27—28%, aber phosphorhaltig; das Flötz, 8 km lang und 1 km in der Breite aufgeschlossen, ist 2 m dick und liegt zwischen der oberen Trias und dem Liaskalke.

Bei Villebois im Ain-Departement wird ebenfalls ein oolithisches Erz gefunden, das die Hochöfen zu Givors verschmelzen und welches 26—27% Eisen gibt. Ein ähnliches Erz liefert den Hochöfen zu Bessèges, die im Gard-Departement belegene Grube Avelas. Die bedeutendste Ablagerung indessen, nach dem Erz von Mazenay, ist das Erz von Mondalazac im Aveyron-Departement, welches die Hochöfen von Decazeville und Aubin speist, und aus dem untersten Theil der Oolithformation stammt.

Das Erz ist violett, thonigkalkig und enthält 26—27% Eisen. Jordan gibt die 1873er Produktion auf 50,000 Tons an.

§ 202. Folgende Analysen zeigen die Zusammensetzung dieser Oolithe.

	Glühv.	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	Thon	CaO	MgO	S	P_2O_5
Erz von Laissey	26,80	38,20	—	10,00	3,30	—	21,60	—	—	—
do. Cugney	17,80	39,00	—	—	5,40	19,80	17,50	—	—	Sp.
do. Mazeney	21,55	41,98	0,34	11,32	4,26	—	19,75	0,80	—	—
do. Villebois	20,60	34,80	—	—	—	36,60	10,00	—	—	0,20
do. do. (ältere Analyse)	12,60	34,80	—	—	—	34,40	18,0	—	—	—
do. Avelas	26,80	31,90	—	10,80	5,00	—	25,50	—	—	—
do. Mondalazac	19,60	39,50	0,20	12,00	0,30	—	12,00	7,00	0,15	0,25

Für sich allein sind diese Erze nicht verarbeitbar, da sie nur wenig Eisen enthalten, dagegen einen theils basischen, theils sauren Charakter haben, immer aber genug Thonerde haben, um mit anderen armen Erzen eine richtige Hochofenschlacke zu construiren.

§ 203. An die Oolithe schliessen sich die Bohnerze, welche in älterer Zeit den Haupterzreichthum Frankreichs bildeten und die Physiognomie der bedeutendsten Eisenindustrie-Bezirke bedingten z. B. der Franche Comté, des Berry und der Champagne.

Jordan berichtet über diese Erzclasse Nachstehendes:

Die Bohnerze, welche in früherer Zeit den Wohlstand der Eisenhütten begründeten, kommen in Körnern von der Grösse einer kleinen Erbse bis zu der einer Haselnuss vor und werden in unregelmässigen Lagern oder Klüften des Neocom oder auch der Kalke vom Alter des Oxfordthons gefunden.

Man wäscht sie aus der Thonmasse der Lagerstätte aus, wie es auch in Deutschland geschieht und reichert sie dadurch auf 30—45/$_{00}$ an — wodurch der Kubikmeter ein Gewicht von pptr. 1650—2000 Kilos erreicht. Dabei ist die Gangart kieselig, thonig oder kalkig und es werden immer Spuren von Phosphorsäure nachgewiesen. Aus diesem Grund hat sich Stahl daraus nicht fabriciren lassen, obwohl das ausgezeichnete Holzkohlenstabeisen des Berry und der Franche Comté stets aus diesen Erzen fabricirt wurde.

§ 204. Nachstehende Analysen der Erze aus diesen Bezirken zeigen die Zusammensetzung:

	H_2O	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	Thon	$CaCO^3$	$MgCO^3$	P_2O_5
1. Oppenans (Haute Saône) . .	12,00	30,60	1,00	12,00	4,80	—	38,40	0,80	0,34
2. Vellemenfroy do. . .	12,40	40,00	1,50	34,80 (SiO₂ + AlO₃)		—	10,80	0,20	0,26
3. Septfontaines do. . .	6,00	46,00	2,60	8,80	—	—	36,00	—	—
4. Metabief (Jura)	9,80	48,00	—	3,00	—	7,80	29,40 (CaO — MgO)		—
5. Boucherans (Jura)	9,40	34,00	—	4,00	—	22,40	29,00 (CaO — MgO)		—
6. Audincourt (gewaschen) . .	14,00 + CO^2	70,00	Sp.	10,05	6,00	—	0,50	—	Sp.
7. Varigney (Jura)	12,00 + CO^2	34,60	—	1,40	14,00	32,60	5,60	—	Sp.
8. La Raquinerie (Cher) . . .	15,40 + CO^2	43,40	—	23,00	3,20	—	—	—	—
9. Dun le Roi (Berry)	12,20 + CO^2	48—54	—	13—14	15—16	—	0,5—5,0	—	—
10. Ruesses (Berry)	16,30 + CO^2	44,0	—	38,00		—	1,70	—	—

No. 1—5 sind von Thirria und Ebelmen, 6—7, 9—10 theilt Jordan mit und 8 rührt von Berthier her.

Wie bedeutend die Ausbeute ist, geht daraus hervor, dass noch 1873 60,000,000 Kilos in der Franche Comté, 274,000,000 Kilos in dem Berry gewonnen worden sind.

§ 205. Aehnliche Erze werden in der Champagne ausgebeutet und besonders im Departement der Oberen Marne.

Man findet sie in „Taschen" in den Klüften und Verwerfungen des Portlandkalkes, wohin die einzelnen Körner vermuthlich durch Wasserwirkungen geschwemmt worden sind. Dieser Transport hat die Erze reiner und reicher, als die an der ursprünglichen Lagerstelle verbliebenen, gemacht. Man nennt sie „Mine de roche," baut sie aber nicht mehr in solchem Grade ab, wie früher, da die Gewinnung zu kostspielig ist.

Andere und bedeutendere Erze der Champagne werden am Fusse des Neocom in Massen abgebaut, welche in Sandablagerungen eingeschlossen sind und darin in Form flacher Nester auftreten, die man als „Mine demiroche" bezeichnet. Ihre Qualität ist besser als die der oolithischen Erze, sie sind weniger phosphorhaltig und werden für Schmiedeeisen stark gefragt.

Man baut sie ab zu Hevilliers und Ancerville (Maas-Departement) für die Werke zu Treveray; zu Chatonrupt (Obere Marne); zu Morancourt und Nomécourt für die Werke in den Blaise- und Marnethälern; zu Surbée für die Eisenwerke von Eurville, sowie an vielen anderen Orten.

§. 206. Endlich werden in der Champagne noch Erze gewonnen, welche in den Thonen des oberen Neocom eingelagert sind; sie bestehen aus hirsegrossen Erzkörnern, welche in einem eisenschüssigen Thon eingelagert sind, der oft gesumpft und gewaschen wird.

Die Erze sind nicht von besonderer Qualität, doch stellt die Gewinnung sich sehr billig, geschieht meist im Tagebau und die Gestehungskosten sind auch nur unbedeutend.

Man gewinnt sie zu Cheminon (Marne) für die Werke von Sermaize; zu Eurville und Vassy (Obere Marne) für Brousseval u. a. Werke; zu Rachecourt, Montreuil sur Blaise, St. Dizier und Narcy, für die vielen Eisenwerke der Gegend von St. Dizier.

§ 207. Von diesen Erzen existiren viele Analysen, welche in nachstehender Tabelle vereinigt sind.

		H_2O	CO^2	FeO	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	Thon	CaO	MgO	SO^3	P_2O_5
1. Narcy (Haute Marne)	Thirria und Ebelmen	15,50	—	—	66,00	4,00	7,00		—	$CaCO^3$ 0,70	—	n. b.	0,20
							—	4,00					
2. do. do.	Berthier	16,00	—	15,70	70,00	—	4,60	—	2,40	—	—	„	—
3. Sommevoire (Haute Marne). .	Thirria und Ebelmen	16,40	—	—	63,00	1,40	12,80		—	$CaCO^3$ 2,00	—	„	0,34
							—	3,40					
4. Bettancourt do. . .	Thirria und Ebelmen	15,78	—	—	67,00	2,00	8,60		—	$CaCO^3$ 3,42	—	„	0,11
							—	1,80					
5. Chatonrupt do. . .	Thirria und Ebelmen	14,80	—	—	68,00	2,80	6,60		—	$CaCO^3$ 5,20	—	„	0,22
							—	1,60					
6. Latrecy do. . .	Berthier	14,40	—	—	63,80	n. b.	3,20	1,20	—	15,80	—	„	n. b.
7. Eurville do. . .	Berthier	15,00	—	—	58,20	„	24,00	2,80	—	—	—	„	„
8. Montgirard do. . .	Berthier	16,00	—	—	69,00	„	7,20	7,00	—	—	—	„	„
9. Meaupas do. . .	Berthier	16,00	—	—	63,50	„	—	11,10	9,40	—	—	„	„
10. Poissons do. . .	Mitgetheilt von Jordan	15,66		—	58,66	Sp.	12,19	10,34	—	2,96	0,10	Sp.	Sp.
11. Aucerville (Meuse)	Mitgetheilt von Jordan	32,80		—	49,30	n. b.	4,60	3,90	—	9,40	Sp.	—	—
12. Surbée b. Eurville (Haute Marne)	Mitgetheilt von Jordan	17,48		—	64,55	Sp.	10,57	6,34	—	0,71	0,05	Sp.	Sp.
13. Cheminon (Marne)	Mitgetheilt von Jordan	17,77		—	62,15	0,75	14,66	3,75	—	—	0,80	—	0,12
14. Vassy (Haute Marne)	Mitgetheilt von Jordan	16,10		—	65,00	Sp.	8,90	8,90	—	0,80	Sp.	—	—
15. Eurville do.	Mitgetheilt von Jordan	14,15		—	61,55	0,14	14,10	9,60	—	Sp.	0,00	0,08	0,33

§ 208. Zu Poix in den Ardennen wird ein ziemlich bedeutendes Lager in den Oxfordmergeln abgebaut, welches ein sandiges Erz liefert, das aber in ungewaschenem Zustand nicht verwendet werden kann, und überdies als von phosphorhaltigem Charakter bekannt ist.

Es wird zur Herstellung von Gusswerk auf den Margutöfen der Hrn. Boutiny verwendet und enthält $43{,}25/_{00}$ Eisen. Zeitweilig treten darin über 2 % Phosphor auf und die Gangart ist vorwiegend kieselig.

§ 209. Die übrigen Brauneisenerz-Vorkommen Frankreichs fasst Jordan besonders zusammen, da sie weniger Bedeutung haben als die vorgenannten und sehr verschiedenartiger Natur sind.

Schon Berthier stellt die Analysen einer Menge von Brauneisenerzen verschiedener Herkunft in seinem Traité des essais p. l. v. sèche zusammen, die hier folgen:

		H_2O	FeO_3	FeO	MnO_3	SiO_2	AlO_3	Thon	CaO	MgO	P_2O_5
Brauer Hämatit, Longwy		12,20	85,10	n. b.	n. b.	—	—	2,70	n. b.	n. b.	—
Brauneisenstein Les Arques (Lot) . .	Berthier	11,80	75,40	„	„	12,80	—	—	„	„	—
do. Vaudenesse (Nièvre) .	Berthier	7,00	50,00	„	„	42,50	—	—	„	„	—
do. Bourg Lastic (Puy de Dome	Berthier	11,40	41,00	„	16,40	—	—	31,00	„	„	0,50 / 0,30
do. Les Bruéres (Nièvre)	Berthier	9,20	46,40	„	n. b.	36,80	7,60	—	„	„	A_2sO_5 n. b.
do. Pagès bei Bruniquel (Tarn und Garonne)	Berthier	15,00	61,00	„	„	12,00	12,00	—	„	„	„
do. Chatillon (Côte d'or) .	Berthier	6,40	67,30	15,3	„	2,00	7,00	2,00	„	„	„
do. Faverolle (Corrèze) .	Berthier	12,40	76,3	—	0,3	n. b.	n. b.	9,60	„	„	„
do. Gros Boinats (Puy de Dome)	Berthier	14,60	80,00	—	—	„	„	3,00	„	„	„
do. La Renaudie	Berthier	16,40	63,5	—	2,7	11,60	3,6	—	„	„	„
do. Buisson Collot . . .	Berthier	14,00	63,7	—	0,7	6,40	3,1	—	„	„	„
Ocher, Pourain (Yonne)	Berthier	7,00	—	$FeCO_3$ 80,00			nicht best.				
do. St. George (Cher)	Berthier	7,00	—	69,50			„				
do. La Berjaterie (Nièvre)	Berthier	9,00	—	61,40			„				
do. „ „	Berthier	9,00	—	54,00			„				
do. Boulogne	Berthier	2,60	—	63,10			„				
do. Pontgibaud	Berthier	25,80	55,00	—			„				

Jordan unterscheidet bei den von ihm zusammengefassten Erzen zellige Brauneisensteine, Zersetzungsprodukte von Kiesgängen und imprägnirte Gesteine, Kalke und Sandsteine.

§ 210. Die Hochöfen von Bessèges und Alais (Gard-Departement) verarbeiten folgende Erze:

	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	CaO	$BaSO_4$	S	P
Triaserz von Travers . . .	42,85	1,75	8,00	1,15	19,00	0,50	0,15	0,04
do. „ Bordezac . . .	51,42	2,90	29,66	1,63	Sp.	1,33	Sp.	0,05
do. „ St. Florent . .	54,28	5,14	20,00	0,50	4,50	Sp.	Sp.	0,60
Liaserz „ Vallat-Pellet .	66,10	Sp.	12,98	4,27	1,28	—	0,18	0,19
do. „ Trepeloup . .	54,66	Sp.	10,02	4,14	12,87	—	0,17	0,08

§ 211. In der Champagne (den Departements der Ardennen, Oberen Marne und Maas) werden auch noch verschiedene Erze abgebaut, welche nicht zu der früher erwähnten Classe gehören.

Jordan erwähnt nachstehende Sorten:

	Thonnes le Thil (Maas-Departement)	Grandpré (Ardennen-Departement)	la Ferté (Ardennen-Departement)
FeO_3	63,80	54,80	48,40
MnO_3	1,40	1,00	1,20
SiO_2	14,80	5,30	33,90 (SiO_2 + AlO_3)
AlO_3	3,06	2,50	
CaO	—	Sp.	2,80
$CaCO_3$	1,43	—	—
$MnCO_3$	0,90	—	—
$FeCO_3$	0,20	—	—
CrO_3	—	0,20	Sp.
Chlorit	—	21,00	—
P_2O_5	0,44	0,7	1,20
H_2O	13,97	14,40	—
Glühverlust	—	—	12,50

§ 212. In der Nachbarschaft von Boulogne befinden sich Gewinnungspunkte, in der Kreideformation, welche Brauneisenerz in Sandstein vertheilt, oder in einzelnen Fragmenten nachweisen, mit 32—35/₀₀ Eisen; diese Erze haben eine kieselreiche Gangart mit nur geringen Spuren von Phosphor.

Ferner treten verschiedene Lager von Brauneisenstein in den Departements Eure und Orne auf, doch hat dort die Verwendung bereits aufgehört und nur die alten Frischschlackenhalden mit einem durchschnittlich 50/₀₀ Inhalt werden noch aufgearbeitet.

Ebenso bedeutungslos für die heutige französische Eisenindustrie sind die Erzlagerstätten der Bretagne und des Perigord; nur die Erze von Cuzorn (Lot und Garonne) aus den Kreidekalken, die in den Hochöfen von Cuzorn, Fumel und Aubin Verwendung finden, sind von Wichtigkeit.

§ 213. Nachstehende Analysen zeigen die Zusammensetzung dieser Kreideerze:

Ausgestellt von der Gesellschaft Marquise Paris 1878:	Glühverlust	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	SO_3	P_2O_5	Fe
1. Erze von Boulogne sur mer .	19,90	66,94	n. b.	10,50	8,66	n. b.	n. b.	48,9
2. do. „ „ .	11,00	76,00	„	8,00	3,00	„	„	53,2
3. do. „ „ .	9,70	59,57	„	0,50	9,20	„	„	36,8
4. do. „ „ .	11,00	65,00	„	16,00	8,00	„	„	45,00
5. do. „ „ .	14,00	65,00	„	15,00	5,00	„	„	45,50
6. do. „ „ .	10,55	62,87	„	13,00	10,93	„	„	44,00
Von Jordan:								
7. Erze von Cuzorn, weich . .	9,80	75,30	4,10	8,80	1,80	0,06	0,06	—
8. do. „ hart . . .	12,00	75,60	n. b.	9,30	3,00	n. b.	0,03	—
9. do. „ Mittelsorte .	5,00	68,60	0,20	24,00	2,00	0,07	0,08	—

Die ersten sechs Analysen befanden sich auf den Etiquetten der Erzsuite von Marquise in der Pariser Ausstellung, während die drei letzten Analysen von Jordan herrühren, resp. in seinem mehrfach citirten Vortrag angeführt sind.

Die Gesammtproduktion an französischen Brauneisenerzen excl. Algier beträgt nach Jordan

oolithische Bohnerze 1,000,000,000 Kilos
verschiedene Braunerze . . . 1,550,000,000 „

während die anderen Erzsorten zusammen nur 450,000,000 Kilos, also noch nicht den fünften Theil jener Summe produciren.

§ 214. Im Anschluss an die vorstehenden Mittheilungen folgen noch etliche Analysen verschiedener französischer Brauneisenerze, welche Terrenoire verarbeitet und welche in Paris ausgestellt waren.

	Fe	*Mn*	SiO_2	*CaO*	AlO_3	$BaSO_3$	*S*	*P*
Blättriger Hämatit, kieselig	39,88	n. b.	18,15	1,75	6,75	n. b.	n. b.	0,205
Brauneisenstein von Valaurie (Drôme), quarzig	30,59	„	47,80	1,20	2,20	„	„	0,171
Liasbrauneisenstein von Travers	38,20	1,49	10,50	6,00	0,33	0,50	0,22	0,045
do. von St. Jean, quarzig .	40,60	Sp.	14,50	6,00	2,00	—	0,03	0,150
Brauneisenstein Trias von Rochoule . . .	38,50	2,34	18,50	Sp.	1,00	5,50	0,15	0,060
do. „ „ Ailhon	40,00	2,88	16,50	Sp.	2,51	5,00	0,13	0,050
do. kalkig von Vallat. Pelet . .	39,27	Sp.	10,08	11,57	3,83	n. b.	0,12	0,076
do. „ Lias von Monthaud .	40,12	Sp.	21,60	1,06	5,14	—	Sp.	0,083
do. Lias von Russaud	48,72	Sp.	11,45	Sp.	4,22	—	0,098	0,059
do. kieselig, Lias von Fontanes .	46,31	Sp.	12,78	0,785	4,62	—	0,150	0,089
do. kalkig, Lias von Masdieu . .	39,67	—	8,65	12,10	3,97	—	0,068	0,080
do. Trias von Merzelet . . .	40,00	2,88	16,50	Sp.	2,51	5,00	0,130	0,050

Die ersten zwei Erze stammen aus dem Ardèche-Departement, sowie der Drôme, die nächsten vier dagegen aus den Concessionen von Bessèges im Gard-Departement, während die übrigen Produkte der Concessionen von Alais im selben Departement sind (cf. Kerpely, Paris, S. 75).

§ 215. Die Mittelmeer-Bezirke sind ebenfalls reich an Brauneisenerzen, von welchen schon ein Theil, namentlich die Uebergänge in Rotheisenstein bei dieser Erzart angeführt worden sind. Hier kommen dagegen vorzugsweise die manganreichen Brauneisenerze zur Betrachtung, welche die mittelländischen Bezirke liefern und welche besonders aus Spanien nach den dem Erzimport günstig liegenden Hüttenbezirken verschifft werden.

Algier fällt dabei insofern aus als die schon früher bei den Hämatiten mitgetheilten Analysen sich grösstentheils auf Uebergänge in Hydrate beziehen; das Gleiche gilt von den Erzen Nord-Spaniens, welche vorwiegend Hämatite, doch manche Uebergänge in Hydrat zeigen.

Dagegen treten in Süd-Spanien eine Menge vereinzelter Eisenerz-Lagerstätten auf, welche allerdings eine ungleiche Zusammenstellung, daneben aber eine bei Allen vorherrschende Eigenschaft, nämlich einen grossen Gehalt von Mangan zeigen. Dadurch werden sie, falls nicht nachtheilige Elemente ihre Verwendung überhaupt verbieten, zu werthvollen Zusätzen bei der Rohstahleisen-Fabrikation und sind als solche schon längere Zeit exportirt worden.

§ 216. So ist das Erz von Vulcano, aus dem Hafen von Almeïra stammend, schon lange Zeit am Niederrhein heimisch und beliebt. Es ist ein braunes, späthiges dolomitisirtes Erz, mit Arragonit und Metamorphosen der Arragonitkrystalle in Eisen- und Manganverbindungen. Eine ältere Reihe von Bestimmungen auf der Neusser Hütte ergab

abgerundete	*Fe*	48
	Mn	8
	CaO	6
	MgO	2
	SiO_2	5
	AlO_3	2 und nur Spuren von *P*.

Es gehört dieses Erz zu einer Reihe von Vorkommen, die in der Nähe von Almeïra, Carthagena und Valencia auftreten und mit anderen Erzlagerstätten in einem gewissen Zusammenhange stehen. Während diese Letzteren schon früher abgebaut wurden, hat erst die immerwährende Nachfrage nach weichen und reinen, besonders aber nach manganhaltigen Materialien auch zur Gewinnung der unscheinbaren z. Th. mulmigen Erze geführt, welche dann unter dem Collektivnamen Carthagena-Erze vereint, den Bilbao- oder Sommorosto-Erzen gegenüber standen.

Kerpely, in dem Bericht über Paris 1878 hat einige dieser Erze mit dem Namen „Depot-Erze" bezeichnet, andere als manganhaltige Hämatite zusammengefasst (a. a. O. S. 75, No. 26—31). Es dürfte schwer sein, eine Gesammtbezeichnung zu finden, welche mineralogisch wie technisch alle Eigenthümlichkeiten dieser Erze vollkommen deckte.

§ 217. Wie verschiedenartig die einzelnen Lagerstätten sein müssen, lässt sich leicht aus dem eigenthümlichen Vorkommen ableiten.

Nach der bereits früher angezogenen Darstellung spanischer Erzverhältnisse von Caron (Preuss. Zeitschr. 1880. B. S. 105 u. ff.) besteht nämlich das Erzvorkommen der Sierra de Carthagena

a. in Crestones, enormen meist zu Tage ausgehenden Ablagerungen von Weissbleierzen von grossen Massen von Brauneisenstein begleitet, die zu einzelnen grossen Zügen von Nord nach Süd gerichtet, rechtwinkelig gegen das Streichen der Gebirgsformationen die Sierra sich vereinigten (diese Crestones sind meist abgebaut, wogegen näher an die Stadt noch zahlreiche ebenso laufende Spuren Brauneisenstein im Schiefer auftreten);

b. in Capas, Contakt-Lagerstätten zwischen Schiefer und Kalkstein, 1—20 m mächtig, von denen einzelne vorwiegend manganhaltige Eisenerze, andere vorwiegend Galmey führen und darnach wohl unterschieden werden (der Mangangehalt steigt bis 27%, der Zuckergehalt bis 2%);

c. in Nestern oder Taschen, Bolsadas, meist Blei- und Zinkerze enthaltend und von untergeordneter Bedeutung.

Für den Eisenerzexport sind nur die sub b angeführten Capas wichtig und auch nur die hauptsächlich Eisenerzhaltigen.

Der Galmey geht über Carthagena viel nach Belgien — ebenso werden die Eisenerze sehr gesucht und sind jetzt überall im Rhein- und Scheldegebiet, in Süd-Frankreich und an den englischen Küsten anzutreffen. Caron gibt den Transport bis Carthagena auf 7 fcs. per Tonne an.

§ 218. Die Zusammensetzung dieser Erze wird durch nachstehende von deutschen und französischen Hüttenwerken mitgetheilte Analysen vollkommen beleuchtet.

	H_2O CO^2	FeO_3	Fe	MnO_3	Mn	SiO^2	AlO_3	CaO	MgO	S	P		
Parazuelos (Analyse von Phönix)	16,05	—	36,09	—	5,380	8,010	2,45 (unlös. Rückst.)	9,48	4,44	0,04	0,034	1,90 *Bi*, 0,08 *Sn*, Sp. *Cu*	Dürre, Wiener Bericht.
Villaricos carboneras . . (do.)	—	65,19	45,63	—	5,920	6,56		—	—	—	—	0,21 *Bi*, 0,06 *Cu*	Dürre, Wiener Bericht.
Carthagena (Analyse von Hörde)	—	—	22,68	—	24,29	14,43	1,20	3,51	0,77	—	Sp.		Privatmittheilung der General-Direktion.
Vulcano	n. b.	—	45,00	—	6,50	10,00	0,00	3,00	n. b.	0,04	0,01		Terrenoire, Paris 1878.
Palomarés	—	—	49,60	—	10,00	3,80	2,10	Sp.	„	Sp.	0,05		Terrenoire, Paris 1878.
Escombrera	—	—	35,00	—	15,12	8,00	Sp.	3,10	„	0,30	0,05		Terrenoire, Paris 1878.
Carthagena	—	—	18,36	—	27,00	13,30	1,80	6,50	„	0,00	0,25		Terrenoire, Paris 1878.
Caridat . . . (Analyse von Seraing)	9,60	60,00	42,00	12,50	9,00	13,20	1,25	3,10	Sp.	0,15	0,035		Kupelwieser, Pariser Ber. 1878.
Sierra . . . (Analyse von Seraing)	12,00	36,55	25,65	39,20	28,50	9,50	1,00	1,25	Sp.	0,15	0,020		Kupelwieser, Pariser Ber. 1878.

§ 219. Andere Brauneisenerze des Mittelmeer-Bezirkes sind ausserhalb ihres Bezirkes von geringer Bedeutung.

Der grosse Gangzug von Val di Castello bei Massa in Toscana führt z. Th. Brauneisenstein mit 50%, ebenso die Ganggruppe zu Massetano. Ein grosser Brauneisensteingang tritt zu Montevalerio bei Campiglia in jurassischen Schiefern auf.

Auch die Thäler der Lombardei enthalten schöne Brauneisensteine, die u. A. in von Hauer erwähnt werden; doch sind sie von geringer quantitativer Bedeutung.

Bei Aspromonte in Calabrien wurde früher in den krystallinischen Formationen Erze abgebaut.

Alle diese Erze wie auch die Elbaner Brauneisensteine haben nur bei gesteigerter Nachfrage noch jetzt Werth; sobald die Conjunktur ungünstig wird, ist es unmöglich, diese Erze anders als im Mittelmeer zu verwerthen. Die südfranzösischen Hütten wären die Einzigen, welche von den erwähnten Vorkommnissen einen vortheilhaften Gebrauch machen könnten.

§ 220. Die Nordamerikanische Union besitzt ebenfalls Brauneisensteine, obwohl diese nicht in gleichem Maass Wichtigkeit zeigen, wie sie in Europa haben.

Wedding (a. a. O. S. 9, Separatdruck) unterscheidet nachstehende Formen und Vorkommen.

Die Brauneisenerze der Silurischen Kalksteinzone in Great Valley zeigen eine grosse Aehnlichkeit mit den Erzen der Umgegend von Aachen und denen der Ourthe in Belgien. Sie treten am Ausgehenden auf beiden Thalrändern auf, füllen kleine Mulden an und werden durch einfachen Tagebau gewonnen. Das Erz ist theils ein brauner Thoneisenstein in Kugel- und Nierenform, oft mit Hohlräumen im Centrum, die schwache Ueberzüge von Manganoxyden aufweisen; theils ist das Erz milde, thonig, vielleicht ein Zersetzungsprodukt von Schwefelkies.

Wedding theilt eine Analyse mit, welche zeigte

FeO_3	76,87 = 53,80 Fe
Organisches + H_2O .	19,25
SiO_2	0,71
SO_3	3,10
P_2O_5	0,10

Die meisten Varietäten dieser Erze sind aber ärmer an Metall und reicher an Schwefel und Phosphor.

Der grösste Theil des Erzes wird noch zu Cambria Iron works verhüttet, dennoch verdrängt der in der Nähe reichlich vorkommende Magneteisenstein dieses Erz fast vollständig und nur ein kleiner Antheil findet als Zuschlagserz Benutzung.

§ 221. Ganz ähnlich, nur noch weniger bedeutend, sind die Brauneisenerze der Uebergangsformation der übrigen Staaten der Union — und die hydratisirten Partien des als Clinton-Erz bekannten oolithischen Rotheisenerzes im Silur.

Die einzige Analyse, welche Wedding mittheilt, ist die eines veränderten Thoneisensteins von Hanging rock (S. Ohio). Sie weist nach

FeO_3	54,530	= 38,171
AlO_3	2,120	
MnO_2	1,380	
$CaCO_3$	0,040	
MgO	1,823	
P_2O_5	0,908	= 0,428
SO_3	0,336	= 0,134
SiO_2 + Rückstand . .	28,360	
H_2O	10,900	

§ 222. Weitere Angaben macht Kupelwieser in seinem schon oft citirten Bericht über die Ausstellung zu Philadelphia.

Unter den Erzen von Pennsylvanien befinden sich zunächst zwei Erze von Bloomfield aufgeführt, welche nachstehende Zusammensetzung haben sollen:

	1.	2.
FeO_3	36,46	78,63
MnO_3	17,57	0,29
MnO	20,71	—
SiO_2	3,46	7,02
AlO_3	7,40	2,50
CaO	—	0,34
MgO	—	0,38
P_2O_5	Sp.	0,134
S	Sp.	Sp.
H_2O	14,30	10,71
*Fe*gehalt	—	55,04

§ 223. Die in derselben Tabelle aufgeführten Erze von Henrietta-Bombshell, Frankstown und Springfield sind nicht genügend charakterisirt, um als Brauneisenstein sicher aufgefasst werden zu können. Es sind mehr oder weniger rotheisensteinartige Produkte.

Dagegen kommen bei den Tuscarawas-Erzen des Staates Ohio Uebergänge der Sphärosiderite in Brauneisenstein vor, welche jedoch bei der folgenden Erzklasse besser angeführt sein dürften.

§ 224. Unter den Erzen des Staates Tenessee figurirt bei Kupelwieser (a. a. O. S. 25) ein Limonit von Bumpass Cove, der nachstehende Zusammensetzung nachwies:

FeO_3	82,27	= 57,6 *Fe*
MnO_3	0,27	
AlO_3	1,28	
SiO_2	3,05	
P_2O_5	0,09	
S	0,20	
H_2O etc.	13,15*)	

§ 225. Zahlreicher sind die von Kupelwieser angeführten Erzanalysen aus dem Staate Kentucky, der einen grossen Reichthum an Brauneisensteinen aus dem Bereich des Culm und der Kohlenformation selbst aufweist.

*) Im Original sind 82,27 nicht als FeO_3 sondern als $\left.\begin{matrix}Fe\\Fe\end{matrix}\right\}O_4$ angegeben, was in Betracht des *Fe*gehalts von $57,6 = \frac{70}{100} \times 82,27$ ein Irrthum sein dürfte.

Die Analysen ergeben nachstehende Zahlenverhältnisse:

Limestone-Erze, Red River.	H_2O Verlust	FeO_3	$FeCO_3$	MnO_3	Fe	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	P	SO_3	S	SiO^2 Rückst.
Richardson Bank	9,58	66,33	n. b.	n. b.	46,44	12,53	Sp.	0,17	0,71	0,31	n. b.	n. b.	9,71
Logan Ridge	9,80	63,54	„	„	45,87	2,80	0,45	1,07	0,54	0,23	„	„	20,48
Thaken Ridge	11,27	74,13	„	„	51,89	3,54	0,39	0,46	0,60	0,26	„	„	9,58
Horse Ridge	11,06	65,59	„	„	45,91	5,76	Sp.	0,25	0,45	0,19	„	„	16,23
Unteres von Kenton	12,90	67,86	„	0,98	47,50	1,16	0,12	0,27	0,14	0,06	„	„	15,56
Oberes von Graham Bank . . .	10,80	71,68	„	0,09	50,18	4,16	0,38	0,05	0,08	0,04	0,27	0,11	12,65
Block-Erze.													
Unteres von Greenup Co.	10,90	54,53	„	1,38	38,17	2,12	0,04	1,82	0,91	0,43	0,34	0,13	28,36
Oberes oder Main von Greenup Co.	11,10	68,93	„	0,29	48,25	2,77	0,68	0,64	0,25	0,10	0,75	0,30	15,24
Gelbes Nierenerz, Boyd Cy . . .	11,20	61,34	„	n. b.	42,94	4,24	0,75	0,21	0,79	0,35	0,04	0,02	21,48
do. Carter Cy . .	11,73	66,20	„	0,03	46,34	3,91	0,43	0,35	0,13	0,06	0,18	0,07	16,53
Lyon Cy, W. Kentucky	8,40	59,37	„	0,09	41,56	1,62	0,17	0,10	0,18	0,08	0,52	0,21	30,00
do. do.	9,85	70,52	„	0,19	49,36	0,05	0,09	Sp.	0,27	0,12	0,10	0,05	18,91
Beaver Dam Creek, Nolin River .	10,40	52,93	„	0,21	37,05	4,79	0,18	0,43	0,36	0,15	0,14	0,06	30,50
Limonite.													
Old Slate, Bad Cy	12,30	76,08	„	0,43	53,25	2,59	0,13	0,28	0,73	0,32	0,03	0,01	8,18
Gelbes Erz, Boyd & Co.	10,93	58,96	„	0,38	41,27	7,28	0,43	0,23	0,38	0,16	0,21	0,08	21,21
Kalkiges Erz, Boyd & Co. . . .	8,77	51,80	10,66	Sp.	41,37	4,52	7,48	0,44	0,57	0,23	0,09	0,04	15,73
Proctor-Erz, Edmomon Co. . . .	12,00	76,28	n. b.	0,03	53,40	2,36	0,18	0,07	1,05	0,46	0,15	0,06	7,95
Martin-Erz, Mühlenbury Co. . . .	11.85	69,55	„	0,23	48,82	3,91	0,48	0,92	0,12	0,05	0,22	0,09	12,73

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, dass im Original CaO als $CaCO_3$, MgO als MgO angegeben ist; hier ist für CaO dieselbe Form acceptirt worden, wie für MgO.

§ 226. Die Staaten Virginia und Alabama weisen ebenfalls mehrere Vorkommen von Brauneisenstein auf, deren Analysen Kupelwieser mittheilt.

Braune Hämatite aus West-Virginien enthielten in verschiedenen Mustern:

Fe	57,80	54,96	58,11	56,93	50,59	55,13	48,49	47,43
P	0,106	0,24	Sp.	0,09	0,026	0,34	0,10	0,229
Mn	—	—	—	—	—	—	—	10,01

Nachstehende Analysen charakterisiren die Brauneisenerze von Alabama.

	Hämatite		Calhoun Iron Works			Limonite Shelby Iron Cy	
	Bluff Creek	Mc Clanahan	1.	2.	3.	1.	2.
FeO_3	80,65	82,82	76,84	82,45	68,13	84,76	83,43
MnO_3	0,26	0,77	0,37	0,63	0,46	0,315	0,36
AlO_3	0,09	0,35	2,34	0,77	0,46	—	—
CaO	—	Sp.	—	Sp.	—	—	—
MgO	Sp.	—	Sp.	Sp.	—	—	—
SiO_2 + Rückst. .	5,58	0,29	5,17	3,21	20,02	8,70	10,29
P_2O_5	0,92	0,15	1,08	Sp.	0,02	0,068	0,099
S	—	—	—	—	—	—	—
H_2O	12,37	14,62	13,76	12,70	10,89	—	—
Fe	56,45	47,97	53,79	57,71	47,69	59,33	58,40
Mn	—	—	—	—	—	0,245	0,28

Die Analysen sind nicht sehr vollständig, dennoch lassen sie den Charakter der Erze ungefähr erkennen.

§ 227. Von dem übrigen Amerika sind nur aus Mexiko und aus Canada einige Untersuchungen bekannt geworden, welche ebenfalls durch Kupelwieser Verbreitung gefunden haben.

Die Analysen Canadischer Erze folgen hierunter:

Acadia-Gruben.	H_2O	FeO_3	FeO	MnO	AlO_3	CaO	MgO	SiO^2 unlösl.	P_2O_5	SO_3	Fe	P	S
Rossfarm	11,40	84,73	Sp.	0,23	0,23	0,14	0,14	2,67	0,19	0,01	59,31	0,08	0,004
Martin's Brook	10,82	82,65	Sp.	0,25	0,56	0,15	0,10	4,79	0,38	0,02	57,86	0,17	0,008
Cumberland Brook . . .	14,51	82,13	1,00	0,72	0,66	0,88	0,25	1,93	0,86	0,04	58,27	0,37	0,016
do. . . .	12,43	79,68	—	2,51	0,63	0,57	0,34	3,05	0,44	0,01	55,78	0,19	0,004
Picton County.													
Fraser Saddler	11,13	85,01	—	0,38	0,69	0,49	0,19	2,14	Sp.	0,055	59,51	0,00	0,022
Cullens Area	9,64	76,93	4,97	0,07	1,02	0,31	0,05	5,84	0,99	0,11	57,72	0,43	0,046
Rasenerze von Quebek.													
L'islet	22,04	69,64	7,25	0,05	0,90	0,53	Sp.	1,93	Sp.	0,05	54,37	Sp.	0,02
St. Maurice	17,29	77,60	—	0,30	—	—	—	5,40	1,81	—	54,37	0,89	—

Die beiden ersten Erzgruppen liegen auf Neu-Schottland, die letzte in Unter-Canada.

Unter den mexikanischen Erzen sind hier nur Uebergänge aus rothem in braunen Hämatit aus der Provinz Jalisko (Gruben Amole und La Mora) zu erwähnen, welche bereits S. 56 im § 102 mitgetheilt worden sind.

Weitere wichtige Brauneisenstein-Vorkommnisse in den übrigen Welttheilen sind nicht näher bekannt. Ostindien liefert allerdings einen sehr guten Brauneisenstein, welcher im Ireland-Blairschen Ofen ausgezeichneten Eisenschwamm gegeben hat — doch bieten seitherig die Verhüttungsmethoden im dortigen Klima enorme Schwierigkeiten, welche unter den jetzigen Conjunkturen wohl nicht überwunden werden können.

Nachtrag zu dem Abschnitt: Brauneisenstein.

§ 228. Während des Druckes des § 139 (S. 73) traf seitens der Direcktion der Königshütte die nachstehende Zusammenstellung von Erzanalysen aus dem Bereich der oberschlesischen Trias ein, welche das dort Gegebene vervollständigen.

	Tarnowitzer Bezirk								
	Trockenberger	Carlshof	Radzionleau	Bobrownik	Rvietzer	Scharley	Lagiewnik	Chorzow	Beuthen
Fe	38,10	34,60	41,20	28,0	42,71	35,6	31,6	32,61	33,2
Unlösl. Rückstand . . .	21,51	30,10	14,92	41,0	23,98	20,00	36,5	38,75	31,9
Mn	3,17	3,81	6,40	4,30	0,95	—	3,15	2,34	3,45
P	0,0	Sp.	0,45	—	—	Sp.	—	0	0,51
Zn	1,56	0	0,61	1,60	0,38	2,21	—	0	1,14
P_2O_5	0,20	0,29	0,12	0,12	0,24	0,091	0,022	0,027	0,21
S	0	0	0,16	Sp.	0,20	—	—	Sp.	0
Cu	0	0	0	0	—	—	—	0	—
CaO	Sp.	1,10	1,70	1,23	—	—	1,29	1,83	—
MgO	0,63	Sp.	0	0,65	—	—	Sp.	0,64	—
H_2O	12,14	9,80	12,19	10,11	11,88	—	—	8,21	—
Al	0	0	0	0	—	—	—	—	—
As	0	0	0	0	—	—	—	—	—
Ta	2,81	2,31	1,31	1,84	0,87	—	—	Sp.	—
Feuchtigkeit der ausgetrockneten Erze beträgt	28	30	30	32	35	30	25	18	25

§ 229. In Kupelwiesers Bericht über Philadelphia finden sich S. 241, 242 die nachstehenden Analysen russischer Brauneisenerze, die bisher übersehen wurden.

Die erste Reihe hatte das Eisenhüttenwerk Putilow ausgestellt und wies dieselbe die nachstehenden Materialien auf.

	Plona-vezi	Mallous-vezi	Loutoarvi	Valvatoss	Raouto-riarvi	Laniarvi	Varpasen-jarvi	Kiosu-vjenjarvi	Alolaouto	Pickse-jarvi
SiO^2	12,03	10,00	22,60	10,04	13,26	9,98	9,96	18,33	19,47	16,83
AlO_3	2,61	0,45	1,32	Sp.	Sp.	2,70	2,90	—	1,22	0,22
FeO_3	41,70	69,00	58,42	40,06	66,72	61,31	67,57	59,76	59,63	57,16
MnO_3 . . .	27,36	3,11	3,24	26,23	0,78	0,52	0,35	4,58	0,55	2,11
CaO	1,55	0,56	0,90	1,80	1,98	1,61	0,36	0,96	0,29	0,37
MgO . . .	Sp.	0,20	0,25	0,39	Sp.	0,22	Sp.	0,18	Sp.	Sp.
P_2O_5 . . .	1,08	0,15	0,115	1,87	1,06	1,44	0,12	0,34	0,63	0,64
S	Sp.	—	0,005	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	0,005	Sp.	Sp.
Verluste . .	14,90	16,66	13,33	20,22	16,52	20,54	18,47	15,66	15,52	15,32
Fe	29,19	48,30	40,89	28,04	46,71	42,92	47,30	41,83	41,47	40,43

Die zweite Reihe von Analysen theilte die Geschütz-Giesserei von Alexandrowsky im Gouvernement Olonetz mit.

	Wot-See	Cold-See	Ostrow-See	Surgub-See	Salon Gyavie	Eglie Gyavie
FeO_3	64,20	62,54	64,50	64,00	76,70	70,28
MnO_3	2,58	Sp.	1,12	14,69	0,22	0,30
P_2O_5	1,06	0,82	1,10	0,99	0,91	0,52
SiO_2	8,50	7,35	6,04	9,20	15,80	19,84
AlO_3	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
CaO	"	"	"	"	"	"
MgO	"	"	"	"	"	"
H_2O	"	"	"	"	"	"
S	"	"	"	"	"	"
Fe ausbringen .	48,00	46,40	49,00	52,00	56,25	54,00

D. Das Eisencarbonat.

§ 230. Das Eisencarbonat — $FeCO_3$ — isomorph dem Kalkspath, Bitterspath und Manganspath und wie sie rhomboedrisch, kommt meist mit diesen Substanzen vermischt vor und bildet zwei verschiedene, dem Aussehen wie der Zusammensetzung nach völlig getrennte Erzklassen. Entweder erscheint das Carbonat krystallisirt oder krystallinisch meist hellfarbig, an manchen Stellen gelbliche, braune, schwarze, auch rothe Färbungen annehmend und dann auch entsprechend chemisch verändert, oder es tritt in starker erdiger oft auch bituminöser Verunreinigung auf und bildet eine grosse Zahl wichtiger Eisenerz-Lagerstätten, die weniger ihrer Qualität als ihrer Mächtigkeit und bequemen Gewinnung ihre Bedeutung verdanken.

Es sind hiernach zwei Erze zu unterscheiden:

a. das krystallinische Carbonat oder der Spatheisenstein;
b. das erdige Carbonat oder der Thoneisenstein (auch Spärosiderit genannt).

In beiden Fällen ist die Entstehung aus wässrigen Lösungen herzuleiten, wie sie die Eisensäuerlinge noch jetzt fortwährend zeigen und aus diesem Grund kann man das Eisencarbonat unbedingt als eine der primären Entstehungsformen der Eisenerze ansehen, neben dem in dieser Hinsicht gleichbedeutenden Eisenkies.

Die grossen Eisenstein-Lager des Siegerlandes, des Harzes, Thüringens, des Voigtlandes, der Alpen, und der Karpathen zeigen stets das Eisencarbonat als den ältesten eigentlich primitiven Theil, die Braun- und Rotheisensteine als die secundären Theile der Lagerstätten.

Auch an den Thoneisensteinen bemerkt man aber eine ähnliche Reihenfolge der Entstehung und Veränderung, aber fast stets in Verbindung mit reducirenden Einflüssen, namentlich organischer Herkunft. Pflanzen- und Thierreste begleiten in oft auffälliger Weise die Lagerstätten der Thoneisensteine in verschiedenen geologischen Epochen.

Es wird oft grade das Vorhandensein eines organischen Gebildes, eines thierischen Individuums Veranlassung zur Ansammlung von Eisenerztheilchen und zur Bildung von Eisenerz-Concretionen in Thon- und Sandlagern. Fische und grössere Cephalopoden findet man nicht selten als Kerne solcher Thoneisenstein- und Sphärosideritknollen vor, wie anderwärts Steinkerne plattgedrückter Farrnstämme mit Eisencarbonat angefüllt, in bituminösen Schiefern auftreten.

§ 231. Für die Entstehungstheorien des Eisencarbonats ist durch die Auffindung und sorgfältige Untersuchung eines amorphen Oxydulcarbonats seitens Dr. Muck und F. Schön in Bochum ein weiterer wichtiger Beleg gewonnen.

Neben einem sehr plastischen dunkelgefärbten Thon findet sich auf der Grube Schwelm an mehreren Stellen eine bräunlichgraue mehr erdige Masse vor, welche für eine hellere Varietät jenes Thones gehalten, nicht weiter beachtet worden ist, bis eine Untersuchung desselben vorgenommen wurde.

Die Analyse ergab:

SiO^2	11,324
(Quarz	2,300)
AlO_3	6,026
FeO_3	48,996
MnO	1,180
ZnO	2,512
CaO	1,527
MgO	0,247
CO^2	22,920
SO^3	0,481
P_2O_5	Sp.
S	3,332
C	2,456
$H + O$	4,090
	105,091*)

§ 232. Die Gruppirung der unorganischen Bestandtheile wurde so vorgenommen, dass zunächst die gebundene Kieselsäure auf die Thonerde bezogen wurde, dass weiterhin die vorhandene Schwefelsäure an Kalk, der Rest des Kalkes, die Magnesia, das Zinkoxyd und das Manganoxydul an Kohlensäure, der Rest der Kohlensäure an Eisenoxydul, der Schwefel an Eisen zu Schwefelkies, der Rest Eisen an Sauerstoff zu Eisenoxyd resp. Oxydhydrat gebunden erachtet wurden.

Daraus ergab sich die nachstehende der Wirklichkeit wahrscheinlich sehr nahe kommende Zusammensetzung:

Quarzsand	2,300
Kieselsäure	9,024
Thonerde	6,026
Eisenkies	6,247
Eisenoxyd	9,114
Eisencarbonat	51,800
Mangancarbonat	1,911
Zinkcarbonat	3,875
Calciumcarbonat	2,127
Magnesiumcarbonat	0,518
Calciumsulfat	0,817
Kohlenstoff	2,456
Wasserstoff und Sauerstoff	4,090

Auffallend ist das starke Aufbrausen mit kalten und ganz verdünnten Säuren, woraus Dr. Muck auf eine sehr feine Vertheilung des Eisenoxydulcarbonats und selbst in ganz amorphenem Zustand schliesst.

§ 233. In diesem weichen erdigen Carbonat kommen Knollen vor, welche bräunlichgrau auf den frischen Bruch erscheinen und (selbst in Stücken) mit kalten Säuren heftig brausen. Der in $H\,Cl$ lösliche Eisengehalt derselben ist zu 40,56 (6,38/$_{00}$ mehr als dem FeO_3 und FCO_3 des mulmigen Carbonats entspricht) bestimmt worden.

In Beziehung zu dem erdigen Oxydulcarbonat steht eine lockerere und hellgrau gefärbte Masse von denselben Bestandtheilen, unter denen als sowohl $CaCO_3$ gegen $FeCO_3$, als $CaSO_4$ im Ganzen stark hervortreten.

Von den aufgestellten Hypothesen zur Erklärung der Genesis dieser eigenthümlichen Lagerstätte

a) Zersetzung eines Eisensilikats durch Kohlensäuerlinge;

b) Reduktion von Eisenoxyd durch organische Substanz und Carbonisirung;

c) Zersetzung des Eisencarbonat enthaltenden Kalksteins durch Vitriolwasser, Bildung von Gyps und Schutz des Eisencarbonats durch die vorhandene organische Substanz;

adoptirt Dr. Muck die Letztere als die wahrscheinlichste, indem er neben dem dort vorhandenen entschieden primären Eisenkies noch ein im begleitenden Kalkstein vorhandenes ebenfalls primäres Eisenoxydulcarbonat annimmt.

*) Der Ueberschuss ist dadurch hervorgerufen, dass eine Trennung von FeO und FeO_3 nicht ausführbar war, und desshalb aller Fegehalt als FeO_3 berechnet werden musste.

§ 234. Es ist aber bekannt, dass im Liegenden der ganzen Eisenerz-Lagerstätte von Schwelm geschwefelte Blei-, Zink- und Eisenerze auftreten, welche sogar besonders verliehen worden sind, so dass unter derselben Tagesfläche zwei Concessionen in verschiedener Teufe abbauen. Man muss wohl diese Schwefelverbindungen als primär ansehen und annehmen, dass durch Blosslegen eines Theiles des Lagers, die grossen Brauneisenstein-Vorkommen der rothen Berge bei Schwelm und des Schwelmer Brunnen entstanden sind. Bei dieser Umwandlung hat sich durch Einwirkung der entstandenen Schwefelsäure auf den Kalk Kohlensäure, die ja auch in den Mineralwässern der Gegend auftritt, gebildet; es sind neben den Sulfaten, Carbonate entstanden, die ganz wohl in den Anhäufungen thoniger und bituminöser Residua der Kalkzersetzung zu feinzertheilten Absätzen von Eisenoxydulcarbonat Veranlassung haben geben können.

Ausserdem ist es durchaus noch nicht entschieden, ob nicht gelöstes Eisenoxydulcarbonat, in Gegenwart von Schwefelverbindungen und Kohle Eisenoxydhydrat imprägnirend, dasselbe in Eisenoxydulcarbonat verwandeln könne. Am Ural ist die Umwandlung von Rotheisenstein in Magneteisen durch Eisenoxydulcarbonat und Kohlensäure an einer Stelle ebenfalls als wahrscheinlich erschienen (cf. Ludwig, Geogonische und Geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural, Darmstadt 1862. C. Jonghaus).

a. Der Spatheisenstein.

§ 235. Der Spatheisenstein oder das krystallisirte Eisencarbonat umfasst eine Reihe sehr wichtiger Eisenerze, deren Reinheit sie von Alters her zur Darstellung des Stahls geeignet erscheinen liessen, wesshalb man unter den deutschen Gruben auf dieses Erz dem Namen „Stahlberg" öfters begegnet.

Ueberhaupt ist Deutschland reich an Spatheisensteinen — ebenso reich Oesterreich und Ungarn, während nur noch in England, Frankreich und Italien vereinzelte abbauwürdige Vorkommen dieses Eisenerzes sich finden, Skandinavien und Russland dagegen leer ausgehen und in Nord-Amerika nur kleinere Vorkommen sich bis jetzt gezeigt haben. Nur in den drei zuerst genannten Ländern bestimmt das Vorkommen des Spatheisensteins die Physiognomie der Eisenindustrie, wiewohl in neuerer Zeit auch darin die Gegensätze sich mehr und mehr ausgeglichen haben.

§ 236. Im reinsten Zustand hätte der Spatheisenstein die Form

$$FeCO_3 \text{ mit } 37{,}93\ CO^2$$
$$62{,}07\ FeO = 56\ Fe.$$

Dieser Grad der Reinheit kommt indessen nicht vor, sondern die Spatheisensteine enthalten stets wechselnde Mengen der isomorphen Carbonate, und zwar, der Regel nach hauptsächlich Mangan, dann Magnesia und Kalk. Am reinsten erscheinen die kuglig-strahligen Anhäufungen in Drusen und Blasenräumen vulkanischer Gesteine, welche von Leonhardt mit der Bezeichnung „Sphärosiderit" unterschieden hat und in den Doleriten zu Steinheim bei Hanau zuerst gefunden wurden, später sich auch in anderen vulkanischen Bezirken gezeigt haben. Es sind in denselben 60,00 und 59,63/$_{00}$ FeO nachgewiesen worden (cf. Rammelsbergs Mineralchemie II. S. 325) neben sehr wenigem Mangan und Kalk.

Die übrigen reinsten Sorten kann man, recht passend auch für metallurgische Zwecke, eintheilen in

Manganarme und Magnesiahaltige,
Manganreichere (4—12/$_{00}$ MnO),
Manganreiche (über 12/$_{00}$ MnO),
Magnesiareiche (7—15/$_{00}$ MgO),

wie es Rammelsberg (a. a. O. S. 235 u. 236) gethan.

§ 237. Die Analysen dieser reinsten Erzvarietäten ergaben folgende Werthe:

Manganarme und Magnesiahaltige.	FeO	MnO	MgO	CaO	
Escourlegui bei Baigorry, Berthier	53,00	0,6	5,4	—	1,40 Gangart
Pacho bei Bogota, Berthier	24,1	0,8	4,6	1,0	
Pierre-rousse bei Vizille, Isère, Berthier . .	53,8	1,7	3,7	1,0	
Erzberg, Steyermark, Karsten	55,64	2,80	1,77	0,92	
Mit 4—12 MnO					
Bieber bei Hanau, Glasson	53,06	4,20	2,26	1,12	
Ranciè bei Vic d'Essos, Berthier	53,5	6,5	0,7	—	
Silbernagel bei Stolberg, Harz, Stromeyer .	49,19	7,07	1,84	0,67	
Hohegrethe, Hachenburg, Karsten	50,41	7,51	2,35	—	

Mit 4—12 MnO		FeO	MnO	MgO	CaO	
Junge Kesselgrube, Siegen, Karsten		50,72	7,64	1,48	0,40	
St. Georges de Huntières, Savoyen, Berthier		50,5	8,00	0,70	1,70	
Neudorf bei Harzgerode, Soutzos		52,29	9,76	1,01	0,67	
„ „ „ Lehmann		49,20	9,57	2,53	0,88	
Stahlberg bei Müsen	Schnabel	47,16	10,61	3,23	0,50	
Bollenbach	Schnabel	46,97	7,56	2,22	0,46	5,74 Gangart
Hollerterzeg	Schnabel	47,10	7,65	2,45	0,34	4,60 „
Stahlert	Schnabel	48,86	8,19	2,34	0,32	2,55 „
Häuslingstiefe	Schnabel	50,37	8,30	2,15	0,25	
Sammerichskaule, Horhausen	Schnabel	48,91	8,66	1,94	0,32	
Silberquelle, Oberndorf	Schnabel	50,91	9,04	0,80	0,40	
Kammer & Storch	Schnabel	49,41	9,52	0,94	—	
Guldenhart	Schnabel	50,56	9,67	1,16	0,16	
Andreas bei Hamm	Schnabel	46,68	9,87	3,91	0,35	
Alte Thalsbach bei Eiserfeld	Schnabel	48,79	9,66	1,25	0,36	2,51 Gangart
Kux	Schnabel	48,07	10,40	2,21	0,36	
Vier Winde bei Bendorf	Schnabel	48,83	10,80	1,41	0,41	
Allevard, Isère, Berthier		45,6	11,70	2,4	—	

Manganreiche Mischungen.				
Alte Birke, Siegen, Schnabel	43,59	17,37	0,32	—
Ehrenfriedersdorf, Sachsen, Magnus	36,81	25,51	—	—
Allevard, Isère, Berthier	42,8	—	15,4	—
Gr. Fosse, Vizille, Isère, Berthier	43,6	1,0	12,8	—
Autun, Saône et Loire, „	45,2	0,6	12,2	—
Schaller Erbstolln, Pöhl, Voigtland, Breithaupt	44,56	—	11,65	—
Dienten, Salzburg, Sommer	47,52 incl. 3,66 als FeO_3	2,57	10,86	—
Mitterberg, Tyrol, Khuen	51,15	1,62	7,72	—

§ 238. Unter den deutschen Vorkommen von Spatheisenstein gebührt die erste Stelle dem des Siegerlandes.

Die Lagerstätten, aus denen wir die Eisenerze brechen, sind ausschliesslich Gänge und unter Siegerländer Eisenstein ist hier nicht nur der im Kreise Siegen, sondern der ganzen nordwestlichen Abdachung des Westerwaldes zu verstehen. Die Gänge sind z. Th. zu Gangzügen gruppirt, z. Th. liegen sie vereinzelt ohne nachgewiesene Verbindung mit anderen Gängen.

Die Zahl der bekannten Eisenerzgänge geht weit über 500 hinaus; die Zahl der 1879 betriebenen Eisensteingruben, die oft eine grössere Anzahl von einzelnen Grubenfeldern einschliessen, beziffert sich auf 237 und die Produktion sämmtlicher Gruben hat sich 1879 auf

969,186,800	Kilos	=	19,383,736	Ctr.	Eisenstein, neben welchen noch
4,888,000	„	=	97,760	„	Bleierze,
3,328,450	„	=	66,569	„	Kupfererze,
577,900	„	=	11,558	„	Fahlerze,
6,035,200	„	=	120,704	„	Zinkerze (Blenden),
2,100	„	=	42	„	Nickelerze (Kobaltnickelkiese)

gewonnen werden.

Von dieser Förderung ist bezüglich der Eisenerze der grösste Theil Spatheisenstein, während der Rest aus Roth- und Brauneisenstein besteht.

Viele dieser Spatheisensteine sind verändert und zeigen rothe und braune Farben; einige davon sind vollständig in späthige Rotheisensteine und Glanze umgewandelt, einige sogar vollkommen schwarz geworden.

§ 239. Die Zusammensetzung der Siegerländer Spathe variirt, soweit es sich um nicht veränderte Erze handelt, nicht sehr, wie schon aus den Schnabel'schen Analysen reiner Sorten hervorgeht, welche in § 237 mitgetheilt wurden.

In den meisten derselben sind 5—6 Aequivalente Eisencarbonat mit 1 Mangancarbonat verbunden, so dass höchstens fremdartige Beimengungen der Erzsubstanz und Gangart die Zusammensetzung der Erze alteriren können.

Von älteren Untersuchungen unveränderter Spathe sind noch nachstehende bekannt:

	FeO	$FeCO_3$	MnO	$MnCO_3$	MgO	$MgCO_3$	CaO	$CaCO_3$	Rückst.	H_2O
Stahlberg, Berthier	44,9	—	10,3	—	1,6	—	1,0	—	4,2	—
„ Karsten	47,96	—	9,50	—	3,12	—	—	—	—	—
„ Fresenius	—	74,47	—	17,08	—	5,75	—	1,34	1,08	0,09
Bendorf bei Coblenz, Berthier .	46,3	—	9,10	—	4,5	—	—	—	1,4	—
Linz am Rhein, Vohl	57,73	—	Sp.	—	5,935	—	—	—	0,133	—
Brüche bei Müsen, Aplerbecker Hütte	—	82,63	—	15,46	—	—	—	—	1,91	—
Anxbach bei Linz, Phönix . . .	—	72,73	—	12,32	—	4,42	—	3,56	0,35 AlO_3 6,20 SiO_2	

§ 240. Auf der Wiener Ausstellung figurirten 1873 eine Reihe von Analysen roher Spatheisensteine, welche die Gesellschaft Phönix vorgelegt hatte und welche noch heute vollkommen gültig sind.

Diese Analysen lauten:

	Fe	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	S	P	Pb	Cu
Schneppenthal bei Overath . . .	38,09	3,27	3,98	0,17	0,88	5,12	0,14	0,014	n. b.	Sp.
Anxbach bei Linz	32,06	5,28	12,88	1,37	1,69	2,39	0,60	0,017	„	0,18
Kunst bei Horhausen, Coblenz . .	35,59	6,33	29,37	3,40	0,59	0,63	0,11	0,026	„	n. b.
Acier bei Oberlahn, „ . .	32,61	6,44	11,07	2,093	1,13	0,70	0,32	0,012	0,102	0,159
Carlsgrube bei Niederschönefeld, Coblenz	33,15	7,03	8,31	1,55	0,97	2,81	0,18	Sp.	n. b.	0,100

§ 241. Die Analysen werden vervollständigt durch die nachstehenden, welche sich ebenfalls auf rohe Spathe beziehen und von der Ausstellungs-Commission des Siegerlandes 1880 in Düsseldorf veröffentlicht worden sind (cf. Special-Catalog S. 12, 14 u. 15).

	Fe	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	Cu	S	P
Waldstolln bei Dermbach (Carl Schreiber, Repräs.)	38,99	9,32	0,53	n. b.	0,67	1,64	Sp.	Sp.	Sp.
Kunst bei Struthütten (do. do.)	38,86	9,20	0,224	„	0,70	2,51	0,026	0,027	Sp.
Wingertshart bei Niederhövels (Wissener A. G.)	34,70	6,50	8,00	2,1	0,50	0,50	0,1	n. b.	0,0
Vereinigung bei Wissen (do.)	32,90	7,80	7,50	1,1	0,50	0,20	0,08	„	0,0
Rasselkaute bei Wissen (do.)	35,20	7,40	5,80	1,7	0,70	0,70	0,125	„	0,0

Die Hauptsorten sind allerdings nicht durch Analysen charakterisirt gewesen, da man es Seitens der Siegener Gruben, wie der Siegener Hütten nicht immer als nothwendig angesehen, Erze zu untersuchen, deren gute Qualität so ausser allem Zweifel war.

§ 242. Nachdem aber die Spatheisensteine, geröstet, oder um einen Localausdruck zu gebrauchen, „schwarz gemacht“ in steigender Menge nach Westfalen zur Verhüttung gelangten, sind eine grosse Anzahl von Untersuchungen gemacht worden, um Gehalt und Verunreinigungen dieser „Röstspathe“ kennen zu lernen und festzustellen.

Eine solche Untersuchungsreihe gibt die folgende Tabelle, die hauptsächlich auf Privatmittheilungen beruht; nur die zuletzt angeführte Analyse rührt von der Wiener Ausstellung her (cf. Dürre, Wiener Bericht S. 54).

	Glühverlust	FeO_3	Fe	Mn_3O_4	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	P	Cu	Pb	S	Feuchtigkeit
Ohne Bezeichnung (Niederr. Hütte)	—	70,00	49,00	13,50	9,73	11,12	1,86	0,75	2,50	0,10	0,44	0,21	Sp.	1,10	7,00
do. do.	5,72	58,00	40,00	18,46	13,30	11,75	1,23	1,01	3,14	?	?	0,14	0,08	1,10	9,00
Alte Dreisbach (Hörde)	—	—	47,42	—	9,28	10,20	1,55	1,50	3,91	—	Sp.	0,33	n. b.	0,30	n. b.
Graue Bach „	—	—	47,83	—	9,48	— (12,26 Rückst.)	—	2,47	Sp.	—	Sp.	—	„	0,16	„
Herdorf „	2,62	—	48,32	—	9,18	13,35	0,07	1,65	3,44	—	0,02	0,06	„	—	„
Rosengarten „	—	—	48,33	—	5,69	— (10,44 Rückst.)	1,86	1,41	8,67	—	Sp.	—	„	0,24	„
Glücksbrunnen „	—	—	49,19	—	7,09	9,17	0,69	2,58	Sp.	—	Sp.	0,21	„	0,32	„
Tränke alter Stoffe (Heinrichshütte)	—	—	49,19	—	9,53	— (11,25 Rückst.)	—	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	0,24	n. b.	n. b.	„
Goldenhardt (Gutehoffnungshütte) (Durchschnitt)															
Oberster Pferdestall „ (Durchschnitt)															
Peterszeche „ (Durchschnitt)	0,00	73,50	51,45	14,00	10,08	9,00	n. b.	0,60	2,50	n. b.	n. b.	0,00	n. b.	0,10	n. b.
Hollmann's Kaute „ (Durchschnitt)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reichensteinerberg „ (Durchschnitt)	2,00	66,00	46,20	12,00	8,64	16,00	„	0,00	1,50	„	„	0,25	„	0,30	„
Ferdinand „ (Durchschnitt)															
Ohne Bezeichnung (Vulcan) . . .	8,00	—	41,1	—	9,1	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	—	0,03	n. b.	n. b.	0,58	n. b.

§ 243. In welcher Weise sonst die Untersuchung der angekauften Röstspathe betrieben wird, geht aus den folgenden Zusammenstellungen des Schalker Gruben- und Hütten-Vereins hervor, die dem Verfasser mitgetheilt wurde.

Spath von Grube Alte Dreisbach, Station Eiserfeld.

Fe	*Mn*	Rückstand	*S*	*P*	*Cu*	*Zn*	*Pb*	Glühverlust
51.64	8,35	11,13	—	—	—	—	—	—
47,23	—	11,65	—	—	0,34	0,08	0,05	—
46,46	7,15	14,89	—	—	—	—	—	1,70
46,76	7,66	12,88	—	—	0,56	—	—	3,84
47,95	7,79	11,31	—	0,017	—	—	—	3,49
48,08	7,22	12,40	—	—	0,65	—	—	—

Spath von Grube Waldstollen, Station Herdorf.

47,25	10,20	10,59	—	—	—	—	—	—
45,35	9,98	13,93	—	—	0,61	—	0,089	—
46,23	8,86	15,52	—	—	0,31	—	—	—

Spath von Grube Kunst, Station Herdorf.

47,59	8,78	10,91	—	—	—	—	—	—
46,79	9,27	8,71	—	—	0,35	0,22	0,12	—
48,60	—	11,11	—	—	0,306	—	—	—
46,83	—	13,52	—	—	—	—	—	2,48

Spath von Grube Honigsmund, Station Niederschelden.

47,95	11,15	11,06	—	—	—	—	—	—
48,59	10,47	13,62	—	—	—	—	—	—
47,34	9,51	14,09	—	—	—	—	—	0,78
47,72	—	13,79	—	—	0,38	—	—	—
52,22	9,70	12,68	—	—	0,38	—	—	—

Spath von Grube Andreas, Station Au.

45,03	9,15	10,04	—	—	—	—	—	—
42,33	—	11,28	—	—	0,38	—	—	6,12
45,38	—	12,23	—	—	0,52	—	—	—
42,75	6,89	14,63	—	—	—	—	—	7,49
46,64	—	12,03	—	—	—	—	—	4,99
45,50	8,64	12,54	—	—	—	—	—	5,18

Spath von Grube Alter Flussberg, Station Eiserfeld.

43,93	—	18,30	—	—	0,11	—	0,07	—
44,36	—	17,45	—	—	0,61	—	—	—
43,84	6,79	18,28	—	—	—	—	—	3,14
42,65	4,95	20,81	—	—	—	—	—	2,02
41,83	10,53	18,66	—	—	0,63	—	—	—
44,49	8,86	19,21	—	0,012	0,45	—	—	—

Spath von Grube Eisengarten, Station Niederhövels.

48,09	10,39	12,52	—	—	0,75	—	0,40	2,76
47,65	9,85	11,42	—	—	—	—	—	—
46,07	—	12,79	—	—	0,34	—	—	—

Röstspath von Grube Storch und Schöneberg, Station Niederschelden.

49,61	8,25	12,37	—	—	0,36	—	—	1,09
45,44	8,11	16,96	—	—	0,45	—	—	2,76
53,24	8,07	10,25	—	—	—	—	—	1,92
49,77	8,55	9,77	—	—	0,30	—	—	1,84

Spath von Grube Eisenhardter Tiefbau, Station Eisern bei Siegen.

42,35	8,25	20,16	—	—	—	—	—	—
44,44	8,55	17,17	—	—	0,72	—	—	5,16
41,02	—	23,24	—	—	0,52	—	—	—

Spath von Grube Ecke, Station Brachbach.

Fe	*Mn*	Rückstand	*S*	*P*	*Cu*	*Zn*	*Pb*	Glühverlust
47,05	—	15,95	—	—	0,07	—	—	—
47,63	9,74	13,86	—	—	—	—	—	2,58
44,11	7,65	18,77	—	—	—	—	—	4,03
46,05	—	15,12	—	—	0,04	—	—	—

Spath von Grube Kuhlenwald, Station Brachbach.

49,19	—	8,85	—	—	0,49	—	—	—
48,79	9,65	7,25	—	—	—	—	—	6,74
49,59	10,45	10,00	—	—	—	—	—	1,70
48,94	—	11,24	—	—	0,73	—	—	—
46,01	8,52	14,57	—	—	—	—	—	3,03
46,33	—	12,81	—	—	0,75	—	—	—

Spath von Grube Wilhelmine, Station Kirchen.

45,10	—	16,69	—	—	0,14	—	—	—
43,22	8,88	18,69	—	—	—	—	—	3,64
47,34	10,41	12,97	—	—	—	—	—	2,21
45,71	—	14,48	—	—	0,13	—	—	—

Spath von Grube Friedrich, Station Wissen.

43,41	6,96	16,99	—	—	—	—	—	1,81
43,63	7,81	19,26	—	—	—	—	—	1,43
42,58	—	20,48	—	—	0,48	—	—	—
45,81	—	14,94	—	—	0,51	—	—	—
44,05	—	16,99	—	—	0,39	—	—	—
45,27	8,30	15,09	—	—	—	—	—	2,40

Spath von Grube Justine, Station Eiserfeld.

44,84	—	22,01	—	—	2,04	—	—	1,00
45,58	—	17,54	—	—	—	—	—	—
44,09	—	21,91	1,76	—	0,775	—	—	—

§ 244. Andre Untersuchungen von Dr. Schwarz in Siegen für die Aktiengesellschaft Heinrichshütte bei Hamm a. d. Sieg, ergaben für gerösteten Spath

von Grube Petersbach

Fe	*Mn*	Rückstand	*S*	*P*	*Cu*	*Zn*	*Pb*	Glühverlust
40,55	16,05	—	—	0,009	0,080	—	—	—

von Grube Huth

45,43	11,23	—	—	0,018	0,091	—	—	—

von Grube Hohe Grethe

48,89	8,89	—	—	0,009	0,096	—	—	—

Wie aus den Analysen und Untersuchungen hervorgeht, besitzt Deutschland in diesen Lagerstätten ein werthvolles Eigenthum, über dessen richtige Verwendung aber die Ansichten noch auseinander gehen.

Während Einige der Ansicht sind, den älteren Ueberlieferungen gemäss nur Qualitätsprodukte herzustellen und dabei besonders auf die Darstellung hochmanganhaltigen Spiegeleisens hinzuarbeiten und dasselbe zu exportiren, vertreten Andere die bequemere Meinung — das Siegerland müsse fabriciren, was gerade erforderlich sei. Es ist in beiden Anschauungen Wahres — doch wird sich die Situation erst klären, wenn die Flusseisen-Industrie noch grössere Fortschritte gemacht und die Puddelöfen in noch stärkerem Maasse, wie jetzt auf dem Aussterbeetat stehen. Vielleicht gewährt dann die Anlage von Bessemeranlagen im unmittelbaren Anschluss an den Hochofenbetrieb einen anderen Weg, doch lässt sich die spätere Situation noch gar nicht übersehen.

§ 245. Die übrigen in Deutschland vorkommenden Spatheisensteine, wenig bedeutend im Einzelnen wie in der Gesammtheit beschränken sich auf mehrere westfälische Vorkommen und auf die Lagerstätten des Harzes, des Thüringer- und Frankenwaldes.

Auf der Grube Müsen III bei Hattingen wurde schon vor zwanzig Jahren ein körniger Spatheisenstein gewonnen, der nach Wedding (a. a. O. S. 345) enthielt:

FeO	52,00
MgO	2,29
CO_2	35,92
Fe_2O_3	2,75

Bei Preussisch-Oldendorf, Minden, findet sich ein früher auf der Portahütte verarbeiteter Spath, welcher, ebenfalls nach Wedding, enthielt:

$FeCO_3$	71,45
$MnCO_3$	1,15
$MgCO_3$	9,09
Fe_2O_3	11,95
Gangarten	3,75

Auch die Lagerstätte am Hüggel (cf. S. 68) führt in der Tiefe Spatheisenstein, der aber noch nicht untersucht ist, weil der Abbau desselben eine Nothwendigkeit bis jetzt nicht geworden.

§ 246. Beträchtlicher ist das Vorkommen von Spatheisensteinen am Harz, wo am Süd- und Westrande des Gebirges Spatheisensteine gewonnen worden sind und z. Th. noch werden. Auch einzelne der Oberharzer Bleierzgangzüge z. B. der Rosenhöfer Zug, führen Spatheisensteine, doch nicht in ausreichender Menge, um selber Gegenstand der Gewinnung zu sein, sondern nur beiläufig.

Der Spatheisenstein von Grund, am Westrand des Clausthaler Plateaus, früher auf den Hochöfen zu Gittelde verhüttet ist das einzige Mittel von Bedeutung.

von Unger (Karsten's Archiv, Bd. 25—261 u. ff.) gibt die Zusammensetzung dieses Spatheisensteins zwar nicht näher an, erwähnt aber seinen Gehalt an verschiedenen Schwefelmetallen und betont die Nothwendigkeit, denselben durch Aufbereitung zu reinigen.

Ein Spath von Rottleberode bei Stollberg wird, wie auch ein daselbst auftretender Sphärosiderit, geröstet nach Westfalen gebracht und auf der Dortmunder Union verschmolzen; seine Zusammensetzung gibt die Hütte, wie folgt, an (Privatmittheilung der Direction):

Fe_2O_3	61,91	= 43,34 Fe
Mn_3O_4	10,26	= 7,39 Mn
Al_2O_3	1,95	
CaO	2,29	
MgO	1,29	
CuO	0,11	
PbO	0,036	
P_2O_5	0,143	= 0,062 P
SiO_2	14,690	
Glühverlust	7,12	

Sehr rein ist der auf den Bauen des Pfaffen- und Meisebergs bei Harzgerode auftretende Spatheisenstein, welcher in Mägdesprung verarbeitet worden ist.

Eine Analyse desselben von Soutzos ist oben (S. 117) mitgetheilt worden und beweist seine grosse Reinheit. Leider ist dieses Vorkommen auch nicht bedeutend genug, um einen wesentlichen Einfluss auf die Industrie zu haben; seine Verwerthung beschränkt sich immer auf die Eisenhütte zu Mägdesprung, welche ebenfalls Eigenthum des Anhaltinischen Hauses ist.

§ 247. Verhältnissmässig wichtiger sind die Thüringer Spatheisensteine und die des sächsischen Voigtlandes, sowie der angrenzenden bairischen Bezirke.

Die umgewandelten Erze des Bezirks von Schmalkalden und der Kamsdorfer Bezirke sind schon (S. 71 u. ff.) erwähnt worden. Im Letzteren treten besonders bei Könitz Spatheisensteine auf, die einer Röstung unterworfen und dann weit hinaus exportirt werden.

Ein solcher Röstspath, in Witkowitz verhüttet, ergab daselbst:

Nässe	11,75
Glühverlust	12,13
Fe	34,86
Mn	3,09
Al_2O_3	9,57
CaO	15,47
MgO	5,84
P_2O_5	0,06 (Mittheilung der Hütte).

§ 248. Spatheisensteine des Kamsdorfer Reviers, welche Seitens der Maximilianshütte verarbeitet werden, ergaben 1873 (Dürre's Bericht S. 95)

FeO	52,36
MnO	4,29
CaO	1,98
CO_2	36,42
SiO_2	3,48
AlO_3	0,90
P_2O_5	0,02

in einer Durchschnittsanalyse.

Spatheisenstein des Blankenberger Reviers (Gänge in der Grauwacke) zeigten

$FeCO_3$	93,285
$MnCO_3$	4,940
SiO_2	1,060
P_2O_5	0,036

bilden mithin sehr werthvolle Materialien.

§ 249. Ebenso werthvoll sind die Lagerstätten der Gegend von Lobenstein, die viel nach Königin Marienhütte kommen und 35/₀₀ Fe enthalten. Eine Analyse ist hier nicht mittheilbar, da eine Anfrage an die letztgenannte Hütte zu spät beantwortet wurde — doch mögen die Erze den von der Maximilianshütte verarbeiteten aus dem Arzberger Revier im Fichtelgebirge ähnlich sein. Die Letzteren weisen auf

$FeCO_3$	71,60
$MnCO_3$	19,80
$CaCO_3$	3,10
$MgCO_3$	1,13
AlO_3	0,10
SiO_2	3,70
P_2O_5	0,05

§ 250. Die Oesterreichische Monarchie in ihren beiden Hälften ist sehr reich an Spatheisensteinen, wie schon z. Th. aus der Darstellung der Brauneisenstein-Vorkommnisse (§ 167—175) hervorgegangen ist. Es verarbeitet seine Erze nicht mehr allein, sondern exportirt grössere Mengen derselben in geröstetem Zustand nach den in- und ausländischen Kohlenbezirken. Selbst bis nach Westfalen muss der Export gegangen, oder wenigstens ins Auge gefasst worden sein, da weiter unten eine Analyse des Materials, die auf westfälischen Werken ausgeführt ist, mitgetheilt werden soll.

Das Erz der Lavanthaler Lagerstätten wird charakterisirt durch die nachstehende Analyse eines Weisserzes von St. Leonhard, welche ergab:

$FeCO_3$	80,44	= 38,83 Fe
$MnCO_3$	3,12	= 1,49 Mn
$MgCO_3$	15,54	
Summa	99,69	

(Special-Catalog der Collektiv-Ausstellung im Pavillon der Kärnthnerischen Montan-Industriellen S. 19).

§ 251. Die nicht veränderten Späthe des Hüttenberger Erzbergs im selben Kronlande zeigen folgende Zusammensetzung (Seeland, in den Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1876. S. 84).

	Fe	FeO_3	FeO	MnO_3	CaO	MgO	SiO_2	SO_3	P_2O_5	H_2O
Grobblättriger Spath, unverwittert	44,33	—	56,11	Sp.	1,28	4,35	0,50	—	—	0,43
„ „ mit beginnender Verwitterung	41,28	6,51	47,62	5,02	0,76	3,05	2,47	0,48	—	2,47
Spathkrystall mit beginnender Verwitterung	42,54	3,10	51,89	2,61	1,33	3,45	—	—	—	n. b.

Thonerde ist nicht gefunden worden.

Röstspathe sind ebenfalls untersucht worden und ergaben

	Fe	FeO_3	FeO	MnO_3	AlO_3	CaO	SiO_2	SO_3	P_2O_5	H_2O
bei schlechter Röstung	50,40	63,90	7,56	7,18	0,34	0,11	18,75	1,95	0,19	0,92
bei guter Röstung	44,28	55,14	7,54	7,16	1,45	0,13	26,75	—	0,09	0,75

Der Kohlensäuregehalt, welcher in den drei rohen Sorten resp. 37,52 — 32,79 — 37,70 $/_{00}$ betragen hatte, bestimmte sich bei den beiden letzten Mustern auf 0, während das Wasser nicht ganz fehlte (der hygroscopischen Eigenschaften der gerösteten Erze halber).

§ 252. Die übrigen Spatheisensteine der Alpen anlangend, so sind zunächst die des steyrischen Erzberges zu erwähnen. Von älteren Untersuchungen sind besonders die von Karsten anzuführen, die Wedding a. a. O. S. 381 mittheilt.

Es sind darin gefunden:

FeO	53,42	54,05	55,64
FeO_3	0,06	2,8	—
MnO	3,08	1,9	2,80
CaO	—	0,3	0,92
MgO	5,00	2,66	1,77
CO_2	38,1	38,00	38,35

In weniger reinen Varietäten finden sich bis 9,37 $/_{00}$ CaO und 8,8 $/_{00}$ Thonerde und Kieselverbindungen.

§ 253. Die Erze an der Donnersalpe, nämlich:

1. Pflinze von Grubenfeld, Embla,
2. „ „ „ Midgard,
3. „ „ „ Barri,
4. „ „ „ Weissenbach,
5. „ „ „ Gefion

erhalten nach A. Patera's Untersuchungen

	1.	2.	3.	4.	5.
SiO_2	2,80	10,40	12,48	8,50	11,62
C	—	1,25	—	—	—
FeO	54,91	34,47	47,75	53,16	51.35
CO_2 (berechnet)	34,51	20,06	30,01	33,46	32,32
$Mn\,CO_3$	1,60	0,70	0,99	0,48	Sp.
$Ca\,CO_3$	3,50	25,12	1,80	2,20	1,50
$Mg\,CO_3$	3,95	1,20	5,15	2,50	3,79
H_2O	—	6,12	—	—	—
Fe (rohes Erz)	42,40	26,62	36,87	41,05	39,66
Fe (Röstspath)	58,60	37,29	50.68	57,00	56,00

§ 254. Die Innerberger Spathe sind als Röstspathe häufig untersucht worden und geben nachstehende Ziffern, welche ausschliesslich Privatmittheilungen verdankt werden, einen vollständigen Begriff ihrer Zusammensetzung.

	Dortmunder Union	Königs- und Laurahütte	Witkowitz
FeO_3	64,79	—	—
Fe	45,34	48,25	49,45
MnO_3	3,92	—	—
Mn	2,82	12,18	3,70
AlO_3	1,95	n. b.	2,40
CaO	6,65	„	2,49
MgO	1,59	„	1,76
P_2O_5	0,14	P = 0,026	P = 0,073
Rückstand	12,33	3,12	—
SiO_2	—	n. b.	8,22
Glühverlust etc. . .	8,75	„	8,30
S	n. b.	0,54	n. b.

Auffallend und schwer erklärbar ist die Abweichung der Königshütte'r Analyse von den beiden anderen im Bezug auf den Mangangehalt.

§ 255. Andere Alpenspathe, theilweise verändert, finden sich unter den Wedding'schen Analysen (a. a. O. S. 381).

	Erz vom Steinkogel bei Neuberg		Umgewandelter Spath von Veitsch, (Steyerm.)		Eibelkogel (Steyerm.)	Wölch (Kärnthen)
	a	*b*	*a*	*b*		
$FeCO_3$	6,7	84,6	—	—	—	43,83 (FeO)
FeO_3	42,1	—	79,1	55,2	30,24	11,30
$MnCO_3$	6,5	4,3	—	—	6,82	7,31 (MnO)
$CaCO_3$	34,9	2,8	5,0	3,0	33,05	—
$MgCO_3$	7,9	7,7	—	—	7,73	2,44 (MgO)
Rücksände . . .	2,0	2,4	3,3	27,2	—	—
SiO_2	—	—	—	—	16,65	—
AlO_3	—	—	—	—	0,87	—
H_2O	—	—	11,7	13,8	7,72	35,12 (+ CO_2)

Die Erze sind, wie man sieht ziemlich ungleich in der Beschaffenheit und nicht entfernt denen der grösseren Lagerstätten gleichwerthig.

§ 256. Verschiedene andere Eisensteine der österreichischen Alpen, gesammelt von L. Hertle, ergaben:

	1.	2.	3.	4.
Unlöslich	15,0	3,7	6,9	19,1
$FeCO_3$	71,7	42,6	20,8	30,6
$CaCO_3$	8,1	50,7	64,6	0,2
$MgCO_3$	5,2	3,0	7,9	50,1
Fe	34,6	20,5	10,0	14,7

Es stammten:

1. Aus dem Kohlenschiefer, vom Carolistolln im Jägerbachgraben.
2. Aus den Hierlatzkalken (Kluftausfüllung) nördlich von Freiland.
3. Dieselbe Kluftausfüllung im Schindelthal am Feld.
4. In der Sulz, östlich von Lackenhof im Werfener Schiefer.

(Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1864. S. 141.)

Die übrigen cisleithanischen Länder der österreichischen Krone zeigen Spatheisensteine von Bedeutung nicht, wiewohl in den verschiedenen Sphärosideriten wohl Einschlüsse von körnigen Spathen auftreten können.

§ 257. Die Spatheisensteine Ungarns spielen eine andere und bedeutsamere Rolle, besonders seit man sie, ebenfalls als Röstspathe den oberschlesischen und mährischen Hochöfen zuführt.

Einem theilweise zwar sehr alten aber nicht immer sehr regelmässigen Bergbau entstammend, gehören sie wohl unter die vorzüglichsten Erze der Welt, aber gewähren für die Verhüttung noch nicht die Vortheile, die sie gewähren könnten. Sie sind, wie alle ökonomischen Grundlagen des dortigen Landes noch nicht mit der Schärfe festgestetlt, welche ihre Bedeutung verlangt, und wie die ungarischen Eisensorten vielerlei Schwankungen in der Qualität zeigten, so die Erze. Der Bergbau wird durch allerlei alte Traditionen und schleppende Verhältnisse, complicirten Besitz und den für jene Gegend noch immer charakteristischen Hang zur Lässigkeit in seiner Entwickelung gehemmt, sonst müssten die ungarischen Späthe schon längst in Oberschlesien heimisch gewesen sein. Dieser Zustand ist erst durch die Energie der preussischen Ingenieure etwas verändert worden.

Allerdings hat die nach jahrelangen Zaudern und Zögern gebaute Kaschau-Oderberger Linie das oberungarische Revier zuerst in Transportverbindung mit dem mährischen und mit dem schlesischen Kohlenbecken gebracht, aber die ungleiche Förderung und der grosse Wechsel im Gehalt an Silikaten in derselben erschwert noch immer Benutzung und namentlich sichere Calculation.

Wie ungleich die Erze einer Grube sein können, darüber geben die nachstehenden Untersuchungen einen Begriff.

Ein Spatheisenstein-Vorkommen von Ruszkberg im Banat, welches durch von Zepharovich eingeliefert war, ergab nachstehende Zusammensetzungen:

Rückstand	22,5	17,3	7,3	25,4	12,3
$FeCO_3$	66,9	16,9	82,1	63,9	76,5
$CaCO_3$	1,9	42,4	0,9	2,9	1,2
$MgCO_3$	8,0	22,0	9,0	6,5	9,0
Fe	32,3	8,1	39,6	30,8	36,9

(Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1856. S. 362).

§ 258. Die Lagerungsverhältnisse gehen aus dem bei den Brauneisenerzen (S. 93) gesagten hinlänglich hervor und die folgenden Analysen, welche Kerpely zusammengestellt hat, unterrichten hinlänglich über den Charakter der Erze.

Gömörer Comitat.		FeO	FeO_3	MnO	MnO_3	$\frac{Co}{Ni}$	Quarz u. SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	BaO	Cu	Sb	As	P_2O_5	S	CO^2	H_2O Verlust	Summa
Szöllömár, Hangend-Abbau,	Schmelzwerk Betlér[1]	44,009	16,176	2,825 (MnO + MnO_3)		—	1,285	—	0,268	3,140	.	Sp.	0	Sp.	0	0,043	32,093	0,187	100,000
Karl-Abbau	" "	54,509	.	2,530 (MnO + MnO_3)	.	—	0,735	—	0,310	2,960	.	Sp.	0	Sp.	Sp.	0,002	38,86	0,094	100,000
Bernardi-Grube, Tiefbau	" "	52,460	.	2,840	.	—	1,185	0,340	1,151	3,324	.	Sp.	0	Sp.	Sp.	0,029	38,286	0,385	100,000
Ober-Szlán, Julius-Grube	" Oláhpatak[2]	52,401	.	2,349	.	—	4,056	2,407	0,691	2,920	.	Sp.	0,001	—	0,062	0,007	35,234	.	100,128
Oláhpatak, Hermann-Grube	" "	49,687	2,697	2,257	.	—	2,012	2,418	1,113	3,262	.	Sp.	0	0	Sp.	0,015	36,227	0,282	100,000
Gruben der Stadt Dobschau	" Rhonitz[3]	41,20	11,91	3,090	.	.	3,03	1,01	0,83	5,04	.	Sp.	.	.	..	Sp.	33,57	0,32	100,000
Bernardi-Lager, ob. Horizont	" Betlér	51,730	.	2,320	.	.	1,985	—	0,730	4,500	.	Sp.	0	Sp.	Sp.	0,043	38,230	0,462	100,000
Romorkova, Georg-Grube	" Oláhpatak	47,459	4,071	2,072	.	—	1,270	2,019	0,729	5,243	.	Sp.	0	0	Sp.	Sp.	36,63	0,507	100,000
Gótscher-Terrain, Gampel-Grube	" "	49,440	1,650	2,908	.	Sp.	0,445	2,083	1,420	4,117	—	—	Sp.	—	0,043	0,001	37,662	0,231	100,000
Pauli-Grube	" "	47,70	3,27	2,18	.	0	3,95	2,67	0,60	3,74	.	Sp.	0	0	0,04	0,12	35,03	0,59	100,000
Unter-Szlán, Ignatz-Grube	" "	47,705	3,864	2,816	.	0	0,556	1,440	1,343	4,955	.	Sp.	Sp.	0	Sp.	Sp.	38,206	0,113	100,000
Bernardi-Lager, mittl. Horizont	" Betlér	50,140	.	3,000	.	0	3,075	0,395	0,960	4,400	.	Sp.	0	Sp.	Sp.	0,056	38,05	.	100,076
Hentzkoer-Terrain	" Oláhpatak	49,414	.	3,188	.	Sp.	2,50	1,10	0,65	4,91	—	Sp.	0	0	0,115	Sp.	38,088	0,035	100,000
Oláhpatak, Paul-Bekehrung	" "	48,985	.	2,350	.	0	2,182	2,811	0,959	5,090	.	Sp.	0	0	0,004	Sp.	37,685	—	100,066
Unter-Doborka	" Dernö[4]	48,278	.	4,212	.	0	1,118	5,884	0,307	3,369	.	0	0	0	0,072	Sp.	36,067	0,693	100,000
Unter-Szlán, Ignatz-Grube	" Oláhpatak	46,28	2,14	2,65	.	0	0,85	1,65	3,17	5,22	.	Sp.	0	0	0,03	0,05	38,18	—	100,220
Ober-Szlán, Irma-Grube	" "	46,45	1,81	2,02	.	.	9,35	1,72	0,50	4,16	.	Sp.	.	.	0,03	0,11	33,21	0,54	100,000
Unter-Szlán, Géza-Grube	" "	44,406	3,571	3,652	.	0	3,210	1,730	0,767	5,774	Sp.	Sp.	Sp.	0	0,058	0,023	36,362	0,447	100,000
Magoshalom	" Dernö	47,394	.	2,164	.	0	3,930	2,877	0,919	5,455	—	0	0	0	Sp.	0,038	37,223 (CO^2 + H_2O)		100,000
Dobschau, Steinberg, Anna-Grube	" Oláhpatak	46,866	.	2,536	.	Sp.	8,750	2,514	1,650	5,772	Sp.	Sp.	0	0	0,035	0,001	31,497	0,379	100,000
Ispánmezöer Terrain	" "	46,820	.	1,704	.	Sp.	0,780	1,400	Sp.	10,690	.	0,039	.	.	Sp.	Sp.	38,066	.	99,499
Karolina-Grube	" "	46,436	.	1,885	.	—	15,250	3,658	0,959	0,414	.	0,125	0,006	0	Sp.	0,001	30,716	0,550	100,000
Magos-Grube	" Dernö	42,685	3,914	2,848	.	Sp.	0,404	0,640	0,384	9,630	.	0	0	0	0,076	Sp.	38,746	0,673	100,000
Pongrácz-Grube	" "	40,077	5,999	3,876	.	—	6,105	3,391	1,036	5,414	.	(nicht bestimmt)					34,093	.	99,991
Rákosi-Josef-Erbstollen, Rima-Marányer-Verein		44,588	—	2,065	.	—	4,555	3,750	1,304	6,833	.	0,037	Sp.	—	Sp.	0,057	37,003	.	100,192
Zipser Comitat.																			
Kotterpacher Terrain[8]		32,855	28,367	3,725 (MnO + MnO_3)		—	0,215	2,355	0,998	4,631	.	0	0	0	Sp.	0,006	23,213	3,635	100,000
Umgegend von Altwasser, Bartl Gedeon		51,84	3,28	3,52	—	.	2,13	—	0,87	3,42	.	.	.	.	.	0,005	36,75	.	101,815
" " " " "		54,13	.	3,27	—	.	2,13	.	0,88	1,82	.	.	.	.	.	0,016	37,43	0,324	100,000
Altwasser, Anna-Grube, Scholz		44,369	10,343	2,725 (MnO + MnO_3)		0	0,266	—	1,573	5,025	0	CuO 0,188	Sp.	0,001	0,027	Sp.	33,876	0,457	100,000
Bindter Terrain, Erzherzog Albrecht		53,01	—	—	—	—	18,00	0,61	2,34	3,60	.	Cu 0,15 Sp.	.	.	.	Sp.	.	.	.
Schmölnitz, Michael-Schacht, Aerar		51,434	1,214	2,675	—	0	0,204	1,923	0,921	3,622	.	Sp.	0	0,002	0	Sp.	37,80	0,205	100,000
Altwasser, Anna-Grube, Scholz' Hochofen		52,028	.	2,535	.	0	1,628	0	0,307	4,150	—	0,083	0,025	—	Sp.	0,066	38,175	1,003	100,000

[1]) Eigenthum des Grafen Nádasdy. — [2]) Graf Emanuel Andrassy'sche Eisenwerke zu Oláhpatak und Alsó-Sájo. — [3]) Das Aerar pachtet den sogenannten Göllnitz-Hochofen zu Dobschau. — [4]) Schmelzwerk des Grafen Georg Andrássy. — [5]) 0,28 FeS_2. — [6]) 0,09 FeS_2. — [7]) 0,021 FeS_2. — [8]) Verwitterter Spath. —

	FeO	FeO_3	MnO	MnO_3	Co Ni	Quarz u. SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	BaO	Cu	Sb	As	P_2O_5	S	CO^2	H_2O Verlust	Summa
Göllnitz, Valko'sche Gruben	49,980	2,100	2,76	—	.	0,250	—	Sp.	5,980	.	Sp.	Sp.	.	Sp.	Sp.	38,82	0,200	100,000
Umgegend von Altwasser, Bartl Gedeon	50,22	1,50	4,130 (MnO + MnO_3)	—	—	0,16 [4]	—	0,98	5,08	.	.	.	.	.	0,016	38,73	.	100,816
Kotterpacher Terrain	45,771	5,710	2,725 (MnO + MnO_3)		0	1,460	2,060	0,614	5,711	.	0	0	0,394	0,072	0,003	34,734	0,783	100,000
„ „ Gleiwitzer Hütte, Preuss.[1]	50,77	.	1,23	—	.	0,330	0,89	0,36	7,31	—	—	.	.	Sp.	—	38,59	.	99,48
„ „ „ „ „ [2]	50,54	—	1,38	.	.	0,27	—	0,51	7,15	.	—	.	.	0,012	Sp.	40,25	.	100,101
Köhlergrund, Krompacher Hütte[3]	49,74	0,11	2,94	.	.	1,58 [4]	.	0,57	5,88	.	—	.	.	0,006	—	39,11	.	99,936
Svedlér „ „	49,66	0,11	2,35	.	.	0,30 [4]	.	0,41	7,25	.	—	.	.	0,004	—	40,08	.	100,164
Zahura-Grube „ „	49,64	0,03	2,57	.	.	3,25 [4]	.	0,60	5,73	.	—	.	.	0,004	.	38,26	.	100,084
Zsakorotzer Terrain, Erzherzog Albrecht	46,118	.	.	.	.	10,21	1,30	1,764	4,95	.	0,13	.	.	0,16	0,10	35,02	.	98,752
Göllnitz, Valko'sche Gruben	46,14	.	2,512	.	.	1,30	.	1,026	8,720	.	.	.	.	.	.	40,20	0,102	100,000
Kotterpacher Terrain, Gleiwitzer Hütte, Preuss.[5]	43,85	.	1,73	.	.	5,697 [4]	.	.	.	.	1,1	.	.	.	0,73	.	.	.
Iglóer Terrain, Oester.-ungar. Hochofen-Gesellschaft Witkowitz	43,21	.	3,36	.	.	21,05	3,16	1,75	11,09	.	CuO 1,32	.	.	.	0,43	14,18	H_2O 0,96	100,51
Slovinkaer Terrain (kupferkieshaltig)	38,694	.	1,514	.	—	5,010	1,910	1,919	10,514	.	1,725	0,425	0,059	0,173	0,614	37,689	—	100,246
Krompacher Terrain, Gleiwitzer Hütte, Preuss.[6]	36,600	.	1,12	.	.	1,360 [4]	.	1,41	18,86	.	—	.	.	—	0,07	41,74	.	101,16
„ „ (kupferh. „ „ „	34,97	.	.	.	.	5,76 [4]	.	.	.	.	0,32	.	.	.	0,14	.	.	.
Slovinkaer Terrain[1] „ „ „	27,23	.	1,170	.	.	17,35 [4]	.	0,92	16,72	.	Sp.	.	.	—	0,43	35,32	.	97,07
Sohler Comitat.																		
Trojitzkaer Terrain, Erzherzog Albrecht	47,15	11,32	1,15	.	.	5,07	5,74	—	0,52	.	.	.	.	.	.	30,36	.	.
Herrengrund (Schürfung)	54,07	—	2,49	.	.	.	.	1,2	3,97	.	.	.	.	.	.	38,9	.	100,630
Mlina und Kunstova, Rhonitzer Hütte, Aerar	31,33	3,64	0,42	.	.	18,85	0,23	2,07	4,97	7,27	0,14	.	SO_3 = 3,81		0,36	26,50	0,36	100,000
Klesznova, Erzherzog Albrecht	53,12	.	.	.	.	6,60	7,02	0,42	.	.	0,18	Ag Sp.	Sp.	.	0,03	32,28	.	99,65
Liptauer Comitat.																		
Alpe Kunstova, Erzherzog Albrecht	45,58	2,97	4,71 (MnO + MnO_3)		.	8,96	4,71	.	.	.	0,24	.	.	—	0,036	32,56	.	99,766
Fiszarka „ „	41,81	.	.	.	.	17,74	12,25	.	1,14	.	.	.	.	.	.	26,69	.	99,63
Abaujer Comitat.																		
Metzenseifen, Gaspar-Grube, Schmelzwerk bei Jászo	51,583	.	3,97	.	.	2,112	0,202	0,298	3,547	.	0,035	Sp.	Sp.	Sp.	0,07	38,188	H_2O[7] 0,499	100,504
Eisenburger Comitat.																		
Alt-Szláning (Schürfung)	51,20	0,80	1,90	.	Co Sp.	7,450	1,850	1,150	1,660	.	—	.	.	0,016	.	34,50	.	100,526
Kraschóer Comitat.																		
Nadrag, Gewerkschaft	16,40	16,40	2,620	.	.	35,75	2,88	5,50	2,96	.	0,03	—	—	0,047	SO_3 0,19 S 0,080	17,24	0,273	100,000
Szörényer Comitat.																		
Ruszkitza, Päreu-ku-ratsch, Kronstädter Verein	41,73	.	0,95	.	.	19,43	0,34	1,06	3,80	.	—	.	.	—	1,3	31,10	.	99,72
Ruszkaer Alpe, Kronstädter Verein	39,80	.	.	.	.	22,29	0,50	1,80	3,13	.	.	.	.	.	2,41	29,35	.	99,28
Gerösteter Spatheisenstein.																		
Zips, Altwasser, Anna-Grube, Scholz' Hohofen	10,50	63,17	4,625 (MnO + MnO_3)		—	9,507	—	1,228	0,622	—	—	—	—	Sp.	SO_2 0,046 S 0,018	10,302 (CO^2 + H_2O)		100,000
„ Göllnitz, Oester.-ungar. Hohofen-Gesellschaft	3,96	51,22	8,21	.	.	14,61	1,71	—	10,72	.	CuO 0,52 Cu 0,46	.	.	.	.	7,84	—	99,79

[1]) Thonschieferschnüre enthaltender Eisenstein. — [2]) Durchschnittsprobe von den Halden. In einer kupferkieshaltigen Stufe wurde 0,036 % Kupfer und 0,013 % Schwefel bestimmt. — [3]) Gewerkschaftliche Hütte. — [4]) Unlöslich. — [5]) Kupferreicheres Erzstück. — [6]) Durchschnittsprobe von den Halden. — [7]) Bei 120° C. getrocknet.

§ 259. Die nach Oberschlesien und Mähren bezogenen ungarischen Röstspathe zeigen nachstehende Zusammensetzung:

	Marksdorf Analyse von Witkowitz	Telekesch Analyse von Witkowitz	Durchschnitts-bestimmungen von Königs- u. Laurahütte
Glühverlust	8,35	3,38	n. b.
Fe	41,74	52,57	41,45
Mn	2,30	3,86	n. b.
SiO_2	22,89	2,95 } Rückstand	0,85
AlO_3	4,52	1,55 } Rückstand	n. b.
CaO	0,69	3,74	„
MgO	—	6,82	„
P_2O_5	0,052	0,06	„
P	—	—	0,008
Cu	n. b.	n. b.	0,042

Man sieht hieraus, dass eine den Siegener Verhältnissen entsprechende ungefähre Gleichmässigkeit der Qualität nicht vorhanden ist.

§ 260. Belgien besitzt wenig Spatheisenstein-Fundorte und verschmilzt jetzt oftmals Siegener Röstspathe.

An der Ourthe zu Alesmont einzig und allein wurden grössere Mengen von körnigem Spath gewonnen und enthielten nach Valérius:

Glühverlust	1,00	
Roheisenregulus	49,90	bei der trocknen Probe
Eisengehalt	46,00	
SiO_2	18,40	
AlO_3	5,40	
CaO	2,05	
MgO	0,20	

Eine andere Analyse eines Erzes von Angleur theilt Wedding (a. a. O. S. 416) mit, welche Montefiore ausführte. Sie ergab:

FeO	46,6
CO^2	29,7
HO_2	10,2
SiO_2	2,5
ZnO	11,0

§ 261. Ein anderer heut noch verwendeter Ourthespath enthält nach Habets (a. a. O. S. 51 des Ueberdrucks seiner Arbeit über Werthberechnung der Eisenerze):

H_2O	9,0
CO_2	19,6
SiO_2	15,0
AlO_3	5,0
CaO	3,5
MgO	0,4
FeO	27,00
FeO_3	18,5
Mn_3O_4	0,9
S	0,4
P_2O_5	0,7
Fe	34,0
P	0,31
Mn	0,65

Dies Vorkommen hängt mit dem § 110 geschilderten Auftreten des Brauneisensteins in Taschen und Klüften des Kohlenkalksteins zusammen.

§ 262. England weist ebenfalls nur geringfügige Vorkommen von Spatheisenstein auf — wogegen erdige Carbonate daselbst eine Haupterzklasse ausmachen, wie später gezeigt werden soll.

Das bedeutendste Vorkommen ist das zu Weardale (Grafschaft Durham) im Bereich der Kohlenformation. Es wurde durch Ch. Atwood entdeckt und anderen Ablagerungen desselben Erzes

ähnlich gefunden (cf. Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1868. S. 239 u. ff.). Andere Vorkommen von Spatheisenstein in England sind nachgewiesen zu Brendon-Hills bei Watchet, Sommersetshire, sowie zu Exmoor, Devonshire. Ausserdem treten auch in Cornwall Spatheisensteine auf, die aber weniger abgebaut worden sind, weil sie nicht günstig genug für die Kohlenbezirke liegen.

In Folgenden sind nach Wedding (a. a. O. S. 295) einige Analysen zusammengestellt:

Westlevel Tow Law.	Organ. Subst.	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	FeO	FeO_3	MnO	Gegl. Rückst.	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	CO_2	P_2O_5	SO_3	FeS_2
Weardale	Sp.	1,81	6,63	10,77	49,50	3,06	6,90	0,29	0,43	5,68	1,20	14,49	0,01	Sp.	0,03
do.	n. b.	8,40		n. b.	n. b.	2,90	n. b.	n. b.	n. b.	5,66	1,42	14,70	n. b.	n. b.	n. b.
Rispey Vein zu Rookhope	Sp.	n. b.		49,47	—	2,42	3,77	1,20	Sp.	3,47	3,15	37,71	Sp.	Sp.	0,08
Weardale	n. b.	0,30		49,77	0,81	1,93	3,12	—	n. b.	3,96	2,83	37,20	Sp.	n. b.	0,04
do.	„	12,40		—	71,11	6,60	6,32	—	0,40	0,56	1,90	0,13	0,22	„	n. b.
Brendon-Hills in Sommersetshire	„	0,18		43,84	0,81	MnO_2 12,64	0,08	—	n. b.	0,28	3,63	38,86	n. b.	„	„
Exmoor in Devonshire .	„	0,38		17,91	—	7,64	0,47	—	„	24,80	6,17	41,75	Sp.	„	0,11

Von diesen Erzen findet das von Weardale auf der Hütte zu Towlaw Verwendung, während die Erze von Brendon Hills und Exmoor nach S. Wales gelangen um verarbeitet zu werden. Die verhältnissmässig hohe Fracht und die Vereinzelung des Vorkommens nehmen diesen englischen Späthen jede grössere Bedeutung.

§ 263. Frankreich hat erst in neuester Zeit seine Spatheisenstein-Vorkommnisse in weitere Benutzung genommen; besonders ist es der Verwaltung des Creuzot zu danken, dass die Lagerstätten des Isère-Departements in gehörige Ausbeute gelangt sind. Ausserdem sind Vorkommen in den Pyrenäen bekannt, welche aber schlechte Verbindungen mit den eisenproducirenden Distrikten haben und desshalb weniger Beachtung verdienen.

Das Erz von Allevard in dem Departement der Isère findet sich in mächtigen Gängen in den Talkschiefern der Alpen und umschliesst mehrere Varietäten, die sich durch ihre Färbung und durch ihre mehr oder minder ausgebildete Krystallisation hauptsächlich unterscheiden. Das Erz ist ein vierfaches Carbonat von Eisen, Mangan, Kalk und Magnesia und wird von einer kieseligen Gangart begleitet; nur 0,01—0,02 $/_{00}$ P_2O_5 sind ermittelt worden.

Bemerkenswerth ist, dass in Folge der Aufschluss- und Untersuchungsarbeiten der jetzigen Besitzer Schneider & Co. auch auf dem savoyer Abhang der französischen Alpen Eisenspathgänge in den Talkschiefern gefunden worden sind, welche ganz analoge Erze enthalten. Es sind das die Erze von St. Georges d'Huntières, die ebenso gutartig, wie die von Allevard, vielleicht eine Kleinigkeit ärmer sind. Schon 1873 belief sich die Ausbeute dieses ganzen alpinen Reviers auf 15,000,000 Kilos = 300,000 Centner.

§ 264. Die Pyrenäen-Erze dieser Klasse treten zu Baburet in den Nieder-Pyrenäen auf, ebenso an der Bidassoa; doch sind die Produktionen nicht sehr bedeutend. In den Ost-Pyrenäen im Gegentheil finden sich auf den Abhängen des Mt. Canigou (Ost-Pyrenäen) beträchtliche und zahlreiche Ablagerungen, unter denen die von Thorrent und Sahorre dem Hause Jacob Holtzer & Co. und die von Fillols dem Hause Philipart gehörig, zersetzte und in Brauneisenerz verwandelte Spathe hauptsächlich liefern.

Auch diese letzteren Erze sind frei von S und P und enthalten 45—55 Fe, 2—4 $/_{00}$ Mn, neben einer selbstschmelzenden Gangart. Die Bidassoa-Erze sind reicher an Schwefelmetallen und müssen geröstet werden, sogar unter Anwendung von Wasserdampf (siehe weiter unten).

Die Pyrenäen liefern heute ungefähr 120,000,000 Kilos Erze = 2,400,000 Centner.

§ 265. Eine Reihe älterer und neuerer Analysen findet sich in folgender Tabelle:

	H_2O+CO^2	FeO	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	
Spath von Autun, grossblättrig, gelb	40,40	45,20	n. b.	0,60	n. b.		n. b.	12,20	
Allevard, schuppig	40,00	52,00	„	2,50	„		„	5,50	
do. erbsenfarbig . . .	38,00	42,00	„	11,00	5,70		„	2,30	Nach Berthier's Angaben.
do. grossblättrig . . .	40,70	49,60	„	1,60	n. b.		„	8,10	
do. „ . . .	41,80	42,80	„	—	„		„	15,40	
Fayard, Isère (zersetzt) . .	11,10	n. b.	79,60	3,50	4,80	n. b.	„	1,00	

	H_2O+CO^2	FeO	FeO_3	MnO_3	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	
Fosse-Mazet bei Allevard (zersetzt)	12,00	n. b.	80,00	2,20	4,40	n. b.	n. b.	1,40	Nach Berthier's Angaben.
Articole, Isère (zersetzt)	13,90	„	60,00	10,40	8,60	„	5,20	n. b.	
Vizille, Gang von Pierrerousse	37,20	52,60	n. b.	1,70	2,20		1,00	3,60	
Vizille, Gang von Grandefosse	42,60	43,60	„	1,00	n. b.		—	12,80	
Allevard, Rive Blanc	40,49	48,15	„	3,02	4,85	n. b.	2,50	0,57	Nach Jordan's Mittheilungen.
St. Georges d'Huntières	38,10	50,50	„	8,00	n. b.	„	1,70	0,70	
					1,00 *)				
Thorrent, Ost-Pyrenäen	31,95	61,70	„	7,06	n. b.	n. b.	0,21	—	
					1,34 *)				
Gargousse, Aude-Departement	9,70	n. b.	82,70	3,60	3,20	n. b.	n. b.	1,40	Berthier.

Zu bemerken ist, dass Wedding bei der Reproduktion Berthiers den Eisengehalt der umgewandelten Spathe als Oxydul angiebt, während der Wassergehalt (9—13 $/_{00}$) darauf hinweist, dass man es mit Hydroxyden zu thun hat.

§ 266. In unmittelbarem Anschluss an die französischen Spatheisensteine, lässt sich die in Spanien vorkommende Varietät besprechen, das Muttererz der Sommorostro-Lagerstätten, von welchem Bourson in der Revue universelle II. 4. S. 656 nachstehende Analyse mittheilt:

H_2O	24,20	
CO_2	1,90 (?)	
Rückstand	7,00	= 5,95 SiO_2, 1,05 AlO_3
CaO	2,10	
MgO	0,15	
MnO_3	0,80	= 0,60 Mn
FeO	46,10	= 48,20 Fe
FeO_3	17,64	
S	0,165	

Die Analyse ist im Laboratorium der Gesellschaft Cockerill zu Seraing ausgeführt worden und bezieht sich auf einen z. Th. in Magneteisen übergegangenen Spath, dessen 46,10 FeO nur 1,90 CO_2 gegenüberstehen.

§ 267. Andere Analysen spanischer Spatheisensteine von Guipuzcoa theilt Wedding (a. a. O. S. 427) mit; sie ergeben:

	1.	2.	3.
FeO	56,16	57,72	53,17
MnO	2,71	3,40	3,70
CaO	2,10	1,90	2,30
MgO	—	1,80	3,80
SiO_2	2,60	0,08	7,60
$H_2O + CO_2$	35,75	35,78	29,71

§ 268. Italien führt namentlich in den Thälern der Lombardei manganreiche Spathe, welche zu einer hochqualificirten Industrie Veranlassung geben, die im Val Trompia und einigen angrenzenden Thälern betrieben wird (cf. Dürre, Wiener Bericht S. 147).

Es sind Gänge im Thonschiefer, welche oftmals bedeutende Mächtigkeiten erreichen, z. B. 8 m bei Manina im Dezzothal.

§ 269. Amerika enthält im Staat Connecticut, in den krystallinischen Schiefern bei Roxburg einen mächtigen Spatheisensteingang, der zur Darstellung von halbirtem Spiegeleisen benutzt wird und dem Aussehen nach ein nur wenig verändertes Eisencarbonat darstellt. Eine Analyse desselben ist nicht weiter bekannt geworden, doch muss aus der Qualification des Roheisens zur Stahlwaarenfabrikation auf einen gewissen Mangangehalt geschlossen werden, denn die Fabriken zu Connersville, welche alle Arten Waffen etc. darstellen, arbeiten vorwiegend aus diesem Eisen.

*) Quarz und Thon.

b. Thoneisenstein.

§ 270. Die Thoneisensteine oder erdigen Carbonate, auch Sphärosiderite genannt treten in sehr verschiedenen geologischen Epochen auf und bilden häufig einen Theil der regelmässig gelagerten Gebirgsglieder, während sie andrerseits auch zerstreute Lager und Nester in thonigen oder sandigen Schichten zusammensetzen.

Ausser vereinzelten Vorkommen im Devon, sind es namentlich Ablagerungen in der Kohlenformation, in dem Keuper, dem braunen Jura und der Kreide, die hier in Frage kommen. Manche derselben erreichen Ausbreitungen und Mächtigkeiten, welche diese unscheinbaren Materialien zu mächtigen commerciellen Faktoren erheben. Keinem anderen Erz als dem Sphärosiderit der Steinkohlenformation verdankt England seinen früh errungenen ersten Rang unter den eisenproducirenden Ländern der Erde. Süd-Staffordshire, West-Yorkshire, Süd-Wales, Schottland, alle die älteren Bezirke des vereinigten Königsreichs benutzen noch heute fast ausschliesslich die erwähnten Erzvorkommen.

In dem Cleveland-Bezirk hat sich diesen älteren Grössen eine neue, ebenfalls Thoneisenstein verarbeitende, zugesellt, die womöglich noch unüberwindlicher dasteht.

Der Continent von Europa führt diese Erze in geringerem Maasse, wiewohl sie nirgends fehlen. Westfalen, Nieder- und Ober-Schlesien, Sachsen, Saarbrücken in Deutschland Böhmen und das Banat in Oesterreich-Ungarn, die Gegenden von Valenciennes, St. Etienne u. a. in Frankreich bergen ebenfalls Thoneisensteine der Steinkohlenformation, während an anderen Stellen analoge Erze aus jüngeren Gebirgsschichten häufig gefunden werden. Leider ist das Zusammenvorkommen mit Kohle, was die Stärke der citirten englischen Bezirke ausmacht, weniger entwickelt und häufig genug liegen Erze und Kohlen weit von einander, erstere oftmals zerstreut und wenig mächtig, so dass die concentrirte Ausbeute nur schwierig herzustellen ist.

§ 271. Ueberblickt man die Thoneisensteingebenden Länder, so dürfte England unter allen Umständen auf die erste Stelle Anspruch machen und Veranlassung zu einer vollständigen Darstellung aller auf Spärosideritvorkommen überhaupt bezüglichen Verhältnisse bieten.

Es folgen desshalb hier nach einander:

das Kohlengebiet von Schottland;
„ „ „ Northumberland und Durham;
„ „ „ Yorkshire und Derby;
„ „ „ Lancasshire, Nord-Staffordshire und Nord-Wales;
„ „ „ Süd-Staffordshire und Sropshire;
„ „ „ Süd-Wales und Forest of Dean.

Den Schluss bilden die jurassischen Thoneisensteine von Cleveland.

§ 272. Das Kohlengebiet von Schottland ist reich an Sphärosideriten, unter denen namentlich der 1801 von Mushet entdeckte oder als Eisenstein erkannte Blackband, ein schiefriges Gemenge von Eisenstein und Kohle, eine hervorragende Rolle spielt. Derselbe tritt in sieben Flötzen auf und ist in der Kohlenmulde von Lanark (Gegend von Glasgow) am meisten entwickelt.

Analysen dieser Erze finden sich in der sonst so vollständigen Tabelle englischer Erze, die Percy und nach ihm Wedding (a. a. O. S. 295 u. ff.) mittheilt, nicht, während doch, namentlich früher, der schottische Eisenbezirk von reisenden Ingenieuren stets bevorzugt worden ist.

§ 273. Um diesen Mangel auszugleichen, werden im Folgenden einige Analysen schottischer Blackbands mitgetheilt, die sich theils auf rohe, theils auf geröstete Varietäten beziehen und hinreichendes Licht auf die Zusammensetzung des Erzes werfen.

Ein Kohleneisenstein von Gartsherrie enthielt nach Schwarz:

	$FeCO_3$	63,08
	$MnCO_3$	3,60
	$CaCO_3$	2,96
	$MgCO_3$	0,50
	AlO_3	7,95
	C	13,56
	Sand	7,85
	S	0,19
	P	Sp.
Eine zweite Probe:	$FeCO_3$	63,61
	$MnCO_3$	3,50
	Sand	6,72
	S	0,21
	Röstverlust	35,45 /$_{00}$

Derselbe Eisenstein (geröstet) ergab:

	Eisenwerk Gartsherrie	Eisenwerk Govan
FeO_3	71,95	66,20
Mn_3O_4	3,94	8,95
AlO_3	14,66	16,35
CaO	4,68	
SO_3	2,57—2,37	—
Sand	2,30	8,50

(Preuss. Zeitschrift III. S. 266.)

§ 274. Aeltere Analysen theilten Flachat, Barrault und Petiet (a. a. O. S. 98) mit. Sie rühren von Dr. Colquhoun her und ergaben nachstehende Resultate:

	Dichte Varietäten		Schiefriges Erz
FeO	35,22	45,84	53,03
FeO_3	1,16	—	0,23
CaO	8,62	1,90	3,33
MgO	5,19	5,90	1,77
SiO_2	9,56	7,83	1,40
AlO_3	5,34	2,53	0,63
Bit. Substanz . . .	2,13	1,86	3,03
S	0,62	—	—
CO^2	32,53	34,62	35,17
MnO	—	0,20	—
Verluste	—	—	1,41

Bemerkenswerth ist der in den Analysen des Prof. Schwarz nachgewiesene Mangangehalt. Der Kohlensäuregehalt der älteren Analysen des Dr. Colquhoun scheint durch Röstung bestimmt worden zu sein und umschliesst jedenfalls auch noch das Oxydationsprodukt des Kohlegehalts. Jedenfalls sind die Resultate dieser älteren Untersuchungen mit Vorsicht aufzunehmen.

§ 275. Das Kohlengebiet von Northumberland und Durham, sonst so wichtig für die britische Industrie, ist fast leer an Sphärosideriten. Die geringfügigen Lager, die daselbst vorhanden waren (Consett und Tow Law) sind bereits abgebaut.

Ungleich bedeutender sind die Erze des Steinkohlengebiets von Yorkshire und Derby östlich von dem als Derby peaks und ihre nördliche Fortsetzung (gegen Huddersfield und Leeds hin) bekannten hohen Sattel des Kohlenkalksteins.

Percy-Wedding führen in ihren Tabellen (a. a. O. S. 295 u. ff.) die nachstehenden Erze besonders an:

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	Organ. Subst.	CO^2	FeO	FeO_3	Fe	MnO	Gegl. Rückst.	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	FeS_2	KaO
Brierley, Yorkshire . . .	0,74	1,11	0,23	25,41	35,38	1,20	28,76	0,94	28,00	—	0,80	2,78	2,22	0,48	Sp.	0,18	—
Untersuchung des Rückst.						0,57	—	—	—	19,13	6,83	0,11	0,07	—	—	—	0,78
Low Moor, „ . . .	0,61	1,16	2,40	26,57	36,14	0,61	29,12	1,38	25,27	—	0,52	2,70	2,05	0,34	Sp.	0,10	—
Untersuchung des Rückst.						0,84	—	—	—	17,37	6,22	Sp.	0,12	—	—	—	0,65
do. „ . . .	0,25	1,75	0,30	32,55	47,13	—	36,70	2,20	11,30	—	—	2,58	1,12	0,96	—	Sp.	—
Parkgate, „ . . .	0,55	1,15	0,86	31,39	41,77	1,96	34,16	1,13	14,16	—	0,58	2,55	3,71	0,75	Sp.	Sp.	—
Untersuchung des Rückst.						0,43	—	—	—	8,93	4,21	Sp.	0,14	—	—	—	0,43
do. „ . . .	0,68	1,41	0,54	29,38	39,38	1,24	31,82	0,95	19,35	—	0,82	2,26	3,72	0,47	—	Sp.	—
Untersuchung des Rückst.						0,45	—	—	—	12,16	5,60	Sp.	0,17	—	—	—	0,37
do. „ . .	0,59	1,21	0,83	28,47	39,87	0,53	31,92	1,38	20,30	—	0,74	2,12	2,64	0,69	Sp.	0,05	—
Untersuchung des Rückst.						0,77	—	—	—	13,50	5,39	Sp.	0,13	—	—	—	0,18
Stanton, Derbyshire . . .	0,57	0,87	0,36	28,64	33,72	—	26,79	1,01	23,55	—	0,67	3,99	5,43	0,41	Sp.	0,13	—
Untersuchung des Rückst.						0,79	—	—	—	16,02	5,74	Sp.	0,06	—	—	—	0,47
Butterley, „ . . .	0,74	1,47	1,42	29,92	37,99	1,04	30,60	1,51	16,35	—	0,41	4,53	3,30	0,80	Sp.	0,06	—
Untersuchung des Rückst.						0,45	—	—	—	10,04	5,16	0,06	0,07	—	—	—	0,55
do. „ . . .	0,68	1,49	0,76	26,74	35,74	1,26	29,32	1,23	24,83	—	0,47	2,94	2,70	0,66	Sp.	0,05	—
Untersuchung des Rückst.						0,92	—	—	—	16,07	6,62	0,07	0,26	—	—	—	0,66
do. „ . . .	0,74	1,51	1,57	25,63	33,56	1,66	27,61	9,96	26,46	—	0,73	3,02	2,81	0,79	Sp.	0,26	—
Untersuchung des Rückst.						0,50	—	—	—	17,13	7,76	0,15	0,25	—	—	—	0,74
Staveley, „ . . .	0,64	1,02	0,30	30,14	38,97	0,88	31,34	1,09	19,10	—	0,38	1,58	4,62	0,48	Sp.	0,05	—
Untersuchung des Rückst.						0,59	—	—	—	11,90	5,55	0,04	0,20	—	—	—	0,67

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	Organ. Subst.	CO^2	FeO	FeO_3	Fe	MnO	Gegl. Rückst.	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	FeS_2	KaO
Staveley, Derbyshire . .	0,18	0,73	0,92	37,61	28,27	1,01	22,98	1,02	6,39	—	0,33	13,94	9,18	0,74	Sp.	0,04	—
	Untersuchung des Rückst.					0,41	—	—	—	3,55	1,98	Sp.	0,09	—	—	—	0,16
Stanton, „ . .	0,45	1,12	1,38	29,72	40,01	1,60	32,73	1,26	17,84	—	0,58	2,78	2,88	0,34	Sp.	0,09	—
	Untersuchung des Rückst.					0,70	—	—	—	11,19	5,33	Sp.	0,17	—	—	—	0,34
do. „ . .	0,70	1,87	1,85	24,83	33,31	1,47	27,79	2,18	27,42	—	0,95	2,32	2,44	0,62	—	0,13	—
	Untersuchung des Rückst.					1,22	—	—	—	17,24	7,90	—	0,27	—	—	—	0,49
do. „ . .	0,51	1,24	1,14	28,63	39,55	2,71	33,20	1,50	15,80	—	1,14	3,32	2,85	1,12	Sp.	0,05	—
	Untersuchung des Rückst.					0,78	—	—	—	10,22	4,51	0,06	0,03	—	—	—	0,48

Aus den vorstehenden Untersuchungen geht hervor, dass der Eisengehalt der Erze zwischen 26 und 36/00 schwankt.

§ 276. Westlich von dem erwähnten Kalksattel liegen die beiden Kohlenbecken von Lancashire und North Staffordshire, von denen nur das Letztere Erze nachweist und zwar in beträchtlicher Menge. Es sind im Ganzen etwa 11—14 bauwürdige Flötze aufgeschlossen, von welchen manche den Charakter der Blackbands haben, während andere mehr erdige Erze ohne bituminöse Beimengungen enthalten.

Die Zusammensetzung dieser Erze erhellt aus folgender Zusammenstellung, welche ebenfalls den Percy-Wedding'schen Untersuchungen entnommen ist.

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	Organ. Subst.	CO^2	FeO	FeO_3	Fe	MnO	Gegl. Rückst.	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	FeS_2	KaO
Bloxwich, N. Staffordshire	—	0,94	0,98	32,04	46,14	—	35,95	1,40	—	8,63	3,63	3,43	2,13	0,61	Sp.	0,10	—
Sheltongrube „	—	1,47	10,46	30,77	46,53	—	36,39	2,54	2,27	—	0,97	2,41	1,39	0,69	0,04	0 34	—
	Untersuchung des Rückst					0,05	—	—	—	1,93	0,25	0,03	—	—	—	—	0,20
„ „	0,23	0,75	8,93	32,52	34,22	0,68	27,33	2,87	5,57	—	0,23	11,91	1,44	0,87	0,12	0,35	—
Apedale b. Newcastle u. L.	Untersuchung des Rückst.					0,33	—	—	—	3,13	1,12	Sp.	Sp.	—	—	—	Sp.
N. Staffordshire . . .	n. b.	n. b.	6,41	33,89	50,73	0,45	39,84	1,86	0,72	—	0,26	2,52	1,26	0,73	0,08	0,30	—
Apedale b. Newcastle u. L.	Untersuchung des Rückst					—	—	—	—	0,38	0,32	0,03	—	—	—	—	0,14
N. Staffordshire . . .	—	2,29	5,20	32,12	45,53	5,00	39,13	1,74	1,95	—	0,32	2,91	2,13	0,86	0,08	0,37	—
Apedale b. Newcastle u. L.	Untersuchung des Rückst.					0,06	—	—	—	1,36	0,42	—	—	—	—	—	0,05
N. Staffordshire . . .	0,36	0,71	0,79	32,40	41,80	—	32,64	2,16	10,81	—	0,53	5,07	3,03	1,40	Sp.	0,04	—
Sheltongrube, N. Staffordshire	Untersuchung des Rückst.					0,20	—	—	—	7,32	3,28	0,04	Sp.	—	—	—	0,09
	—	1,43	2,95	32,46	46,35	3,00	38,29	1,61	7,29	—	0,30	1,93	2,24	0,67	Sp.	0,15	—
Foley- und Sheltongrube,	Untersuchung des Rückst.					0,11	—	—	—	5,78	1,22	—	—	—	—	—	0,18
N. Staffordshire . . .	—	0,85	1,17	32,76	48,33	—	37,83	2,99	9 28	—	0,41	1,52	1,19	0,87	Sp.	0,19	—
Foley- und Sheltongrube,	Untersuchung des Rückst.					0,21	—	—	—	6,25	2,41	—	—	—	—	—	0,22
N. Staffordshire . . .	—	0,99	1 24	33,63	51,07	—	39,88	2,36	5,18	—	0,54	1,74	1,10	1,12	Sp.	0,17	—
	Untersuchung des Rückst.					0,12	—	—	—	3,02	1,93	—	—	—	—	—	0,28
Goldendale Iron Works b. Stoke upon Trent . . .	2,64		Sp.	33,50	45,71	—	35,55	1,20	9,66	—	—	3,37	1,93	1,42	—	0,13	—
Bedworth, Warwickshire .	1,15			36,89	48,70	—	37,88	0,90	—	4,85	0,50	3,25	3,05	0,71	—	—	—

§ 277. Die Kohlengebiete von Süd-Staffordshire und Sropshire enthalten ebenfalls bedeutende Lagerstätten von Sphärosideriten.

Im ersteren Gebiete concentrirt sich das Vorkommen derselben auf die Umgegend von Dudley, ca. 50 Quadratmeilen gross (von Wolverhampton bis Birmingham reichend). In dieser als Black Country classisch gewordenen Gegend kennt man 15 Eisensteinlager von 6—18 Zoll, zuweilen auf 7 ja 27 Fuss steigender Mächtigkeit.

Die einzelnen Nieren liegen dann durch Schieferlagen getrennt in mehreren Reihen übereinander und füllen niemals die ganze Mächtigkeit aus.

In der nachfolgenden Tabelle sind eine grössere Anzahl Erzanalysen zusammengestellt, die sich auf sehr verschiedene Muster der bezeichneten Gegend beziehen und von grossem Interesse für diese wichtige Erzklasse erscheinen müssen.

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	CO^2	Organ. Subst.	FeO	FeO_3	Fe	MnO	Rückstand	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	FeS_2	KaO
Brooch Erz, Corngreaves	0,54	1,32	28,22	0,88	43,81	—	34,35	0,98	18,80	0,46	1,05	1,52	1,15	0,83	Sp.	0,30	—
			Im geglüht. Rückst.			0,39	—	—	—	12,40	5,11	0,15	Sp	—	—	—	0,42
Pins, Dudley	1,64		30,21	1,59	45,35	—	35,74	0,56	15,87	0,67	0,61	2,60	1,22	0,46	Sp.	0,20	—
			Im geglüht. Rückst			0,54	—	—	—	9,96	5,09	Sp.	0,04	—	—	—	0,36
Penny Earth, Dudley . .	1,29		25,92	1,56	37,69	—	29,42	0,61	—	18,11	8,24	2,72	2,60	0,66	Sp.	0,22	—
Grains, Dudley	1,07		35,25	1,36	54,12	—	42,26	2,05	—	2,11	0,78	2,21	0,62	0,69	Sp.	0,40	—
do. „	0,30	1,41	33,70	0,50	50,40	—	39,45	0,75	9,70	n. b.	n. b.	1,70	1,19	0,45	—	Sp.	—
do. „	0,34	1,61	32,53	0,52	48,43	—	37,97	0,84	12,41	„	„	1,00	1,32	0,59	—	Sp.	—

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	CO^2	Organ. Subst.	FeO	FeO_3	Fe	MnO	Rückstand	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	FeS_2	KaO
Grains, Bell Farm	0,30	1,28	33,60	0,35	48,96	—	38,32	1,06	9,40	n. b.	n. b.	3,73	0,84	0,72	—	Sp.	—
Gubbin Erz, Dudley	1,38		30,44	1,14	46,30	—	36,14	1,44	15,26	0,12	0,44	0,76	0,94	0,74	Sp.	0,07	—
			Im geglüht. Rückst.			0,13	—	—	—	10,17	4,36	Sp.	—	—	—	—	n. b.
do. „	0,26	1,59	32,83	0,68	49,28	—	38,60	1,24	11,09	n. b.	n. b.	1,29	0,92	0,66	—	Sp.	—
do. Bell Farm	0,26	1,34	33,47	0,25	52,50	—	41,02	1,00	8,70	„	„	1,06	0,58	0,75	—	Sp.	—
do. Dudley	1,08		31,02	0,90	45,86	—	35,99	0,96	15,90	0,42	0,42	1,16	1,65	0,21	Sp.	0,10	—
			Im geglüht. Rückst.			0,40	—	—	—	10,26	5,44	0,20	0,20	—	—	—	n. b.
Rubble, Dudley	1,69		26,53	1,99	40,28	—	31,70	0,54	24,06	0,87	0,52	0,84	1,33	0,30	Sp.	0,09	—
			Im geglüht. Rückst.			0,52	—	—	—	18,20	4,46	0,68	0,14	—	—	—	n. b.
Whitestone Bind, Dudley	0,56	1,83	22,13	0,10	30,96	—	24,88	0,73	37,90	0,15	0,13	1,84	2,90	0,26	Sp.	0,12	—
			Im geglüht. Rückst.			1,15	—	—	—	26,35	9,45	Sp.	0,21	—	—	—	0,74
Binds, Dudley	0,34	1,51	30,63	Sp.	44,74	—	35,25	0,50	18,17	—	n. b.	1,70	2,05	0,72	—	—	—
Bottom Whitestone, Dudley	0,32	1,23	32,16	0,28	48.63	—	37,45	1,29	9,40	0,33	0,57	4,45	0,80	0,31	0,06	0,16	—
			Im geglüht. Rückst.			0,04	—	—	—	5,88	3,07	Sp.	—	—	—	—	0,11
Whitestone, Dudley	0,25	1,20	33,17	Sp.	51,52	—	40,32	0,56	10,07	n. b.	n. b.	1,28	1,66	0,60	—	—	—
do. „	0,32	1,23	34,36	0,25	47,70	—	37,35	0,84	8,87	„	„	2,85	2,45	0,56	—	—	—
do. West Bromwich	0,28	1,36	32,64	0,30	43,33	—	34,00	0,60	13,21	„	„	4,53	2,66	0,78	—	0,16	—
Bluestone, Dudley	0,47		35,47	n. b.	50,60	—	39,71	3,30	5,52	0,27	0,24	1,19	1,98	0,23	Sp.	0,13	—
			Im geglüht. Rückst.			0,38	—	—	—	3,31	1,63	0,08	0,06	—	—	—	n. b.
do. „	0,64		34,00	n. b.	43,55	—	34,88	1,65	11,95	0,34	0,23	1,53	4,65	0,15	0,06	0,47	—
			Im geglüht. Rückst.			0,84	—	—	—	7,47	3,47	0,19	0,09	—	—	—	n. b.
Fireclayballs, Dudley	1,50		30,00	0,21	46,39	—	36,56	1,01	18,39	—	0,54	1,03	1,33	0,11	0,10	0,17	—
			Im geglüht. Rückst.			0,57	—	—	—	11,71	6,04	0,09	—	—	—	—	0,28
do. „	1,18		30,96	0,41	47,87	—	37,47	1,12	15,95	—	0,43	1,00	1,27	0,07	0,08	0,17	—
			Im geglüht. Rückst.			0,33	—	—	—	10,52	5,02	0,13	—	—	—	—	0,38
Poor Robin's, Bunkershill	1,30		33,05	1,24	49,61	—	39,02	0,98	10,02	—	0,50	1,86	1,86	0,34	0,10	0,17	—
Rough Hill Whitestone,			Im geglüht. Rückst.			0,53	—	—	—	6,26	2,35	0,03	—	—	—	—	0,39
Darlaston	n. b.		29,03	2,68	44,20	—	34,53	2,43	17,04	0,98	0,37	0,96	1,04	0,66	0,05	0,26	—
do. do.	„		20,94	9,87	33,19	—	26,01	2,02	—	22,48	7,71	1,24	1,04	0,50	0,04	0,41	—
do. do.	1,07		30,08	0,50	46,56	2,80	38,56	0,65	13,77	0,54	0,70	1,13	1,18	0,38	—	0,13	—
			Im geglüht. Rückst.			0,39	—	—	—	7,72	4,70	0,11	0,15	—	—	—	0,82
do. do.	0,42	0,98	26,89	0,47	33,92	2,77	28,87	0,77	25,55	0,09	0,67	2,45	4,11	0,35	—	0,15	—
			Im geglüht. Rückst.			0,40	—	—	—	18,14	5,77	0,20	0,32	—	—	—	0,60
Gubbin u. Balls, Bunkersh.	0,98		28,08	0,52	39,51	—	31,34	0,94	22,96	—	1,12	2,11	2,76	0,31	Sp.	0,05	—
			Im geglüht. Rückst.			0,85	—	—	—	16,31	5,13	Sp.	0,30	—	—	—	0,65
do. „	0,46		32,31	0,51	52,04	—	40,84	0,92	11,14	—	1,30	0,53	0,85	0,21	Sp.	0,13	—
			Im geglüht. Rückst.			0,43	—	—	—	6,63	3,68	Sp.	0,33	—	—	—	0,32
Balls, Bilston	0,37	1,15	30,70	0,30	48,00	—	37,70	0,57	15,70	—	—	1,10	1,21	1,07	—	0,18	—
Gubbin u. Balls, Darlaston	0,26	0,77	30,80	0,60	49,04	3,39	40,81	0,79	12,15	0,27	0,21	0,70	0,57	0,18	—	0,11	—
			Im geglüht. Rückst.			0,36	—	—	—	7,67	3,55	0,09	0,09	—	—	—	0,32
do. „	0,37	0,29	32,05	0,54	49,30	3,61	41,06	0,86	9,42	0,23	0,34	0,69	0,45	0,23	1,27*)	0,13	—
			Im geglüht. Rückst.			0,21	—	—	—	5,99	2,71	0,17	0,07	—	—	—	0,21
Blue Flats, Darlaston	0,28	0,73	30,91	0,56	42,34	1,47	34,41	1,12	15,50	0,35	0,59	3,89	1,48	0,25	Sp.	0,06	—
			Im geglüht. Rückst.			0,11	—	—	—	10,82	3,65	Sp.	Sp.	—	—	—	0,84
Silver Threads, „	0,33	0,60	33,35	0,80	40,39	2,38	33,44	0,75	10,52	0,18	0,19	7,30	2,16	0,22	—	0,11	—
			Im geglüht. Rückst.			0,37	—	—	—	6,56	3,08	0,04	0,06	—	—	—	0,26
Diamonds, „	0,39	1,06	29,13	1,06	40,01	2,46	33,28	2,75	18,77	18,77	0,46	2,58	2,70	0,21	—	0,06	—
			Im geglüht. Rückst.			0,59	—	—	—	13,45	4,22	0,08	0,14	—	—	—	0,18
do. „	0,82	0,42	31,94	0,42	41,90	—	32,87	0,72	—	—	5,26	3,37	4,89	0,22	0,06	0,56	—

§ 278. Am Rand der älteren Schiefer in Sropshire erhebt sich wieder eine besondere Insel des Steinkohlengebirges, welches ca. zehn Lager von Sphärositeriten, meist von 2—3 Fuss Mächtigkeit einschliesst und die Gegend von Coalbrookdale mit Erzen versorgt.

Die Beschaffenheit der Erze erhellt aus der nachstehenden Zusammenstellung von Analysen, welche den Percy-Wedding'schen Handbuch entnommen sind.

Diese Erze enthalten stets über $60/_{00}$ $FeCO_3$ neben geringen Mengen von FeO_3, sind P und S haltig, doch nicht in übermässiger Weise, so dass daraus ein recht gutes Giessereiroheisen herstellbar ist.

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	CO^2	Organ. Subst.	FeO	FeO_3	Fe	MnO	Rückstand	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_8	SO_3	FeS_2	KaO
Black Flats	0,24	0,62	32,98	0,62	48,28	—	37,92	0,82	11,19	—	0,67	2,26	1,83	0,26	0,10	0,19	—
Blue Flats, Donnington			Rückstand =			0,53	—	—	—	7,36	3,50	0,08	Sp.	—	—	—	0,10
Wood	0,28	0,81	31,68	0,62	46,30	—	36,49	0,82	13,24	—	0,48	2,30	2,01	0,50	0,11	0,08	—
White Flats, Donnington			Rückstand =			0,69	—	—	—	8,23	2,78	Sp.	0,07	—	—	—	0,33
Wood	0,35	0,95	30,92	0,38	44,33	1,06	35,61	1,00	14,35	—	0,92	2,86	1,97	0,70	0,06	0,01	—
Pennystone, Donnington			Rückstand =			0,56	—	—	—	9,90	3,60	0,12	Sp.	—	—	—	0,24
Wood	0,30	0,72	34,04	0,23	45,08	0,55	35,63	1,69	8,32	0,57	0,43	2,95	4,11	0,46	Sp.	0,48	—
			Rückstand =			0,26	—	—	—	5,66	1,96	0,16	0,09	—	—	—	Sp.

*) Blende = ZnS.

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	CO^2	Organ. Subst.	FeO	FeO_3	Fe	MnO	Rückstand	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	FeS_2	KaO
Pennystone, Donnington Wood, anderes Muster	n. b.	n. b.	34,00	n. b.	45,12	n. b.	n. b.	1,78	8,38	0,52	0,35	2,80	4,08	n. b.	n. b.	0,49	n. b.
Dasselbe, anderes Muster	0,46	1,68	29,80	0,10	38,55	—	30,40	1,31	19,48	0,12	Sp.	2,54	4,65	0,25	0,06	0,37	—
					Rückstand =	0,60	—	—	—	12,45	5,58	Sp.	0,07	—	—	—	0,85
do. „ „	2,07		29,81	n. b.	38,49	n. b.	n. b.	1,15	19,22	0,22	—	2,63	4,82	0,22	n. b.	n. b.	n. b.
Pennystone, Madeley Court	0,45	1,31	32,02	0,42	44,19	„	34,75	0,99	13,50	0,37	0,41	1,63	3,40	0,29	0,06	0,43	—
					Rückstand =	0,55	—	—	—	7,75	4,64	0,14	0,08	—	—	—	0,33
Crawstone, „	0,19	0,54	33,31	0,67	51,45	—	40,27	0,54	9,60	--	0,43	2,13	0,42	0,23	—	0,02	—
					Rückstand =	0,43	—	—	—	6,83	2,42	Sp.	Sp.	—	—	—	0,16

§ 279. Das grosse Kohlenbecken von South Wales führt ebenso wie das von Staffordshire, Yorkshire und Schottland Thoneisensteine von beträchtlicher Wichtigkeit. Die unterste Schichtengruppe der Formation ist vorzugsweise reich an Erzen und wiederum sind es die untersten Schichten, die die grösste Ausbeute geben.

Nach Wedding nimmt die Stärke der Eisenlager von Osten nach Westen ab und mit ihr der Eisengehalt selber. Die obere Schichtengruppe umschliesst nur zwei bauwürdige Flötze, die untere aber eine fast zahllose Menge, von denen indessen 1862 nur 13 bebaut wurden.

Nachstehende Reihe von Analysen charakterisirit am Besten die Natur dieser Erze.

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	CO^2	Organ. Subst.	FeO	FeO_3	MnO	Rückstand	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	FeS_2	KaO	NaO
Spotted Vein Mine, Blaenavon	—	0,66	31,58	0,64	45,22	—	1,05	14,50	—	0,58	1,63	3,04	0,38	Sp.	0,71	—	—
Three Quarter Balls,					Rückstand =	—	—	—	9,46	4,20	—	0,20	—	—	—	0,86	—
Blaenavon	—	1,06	27,33	0,79	36,10	—	0,76	27,58	—	0,48	1,07	4,52	0,18	Sp.	0,11	—	—
					Rückstand =	0,60	—	—	19,90	6,09	0,35	—	—	—	—	0,71	—
Ball Mine, Blaenavon (?) .	0,18	1,67	33,32	0,35	51,28	—	1,11	10,33	—	—	0,78	0,53	0,74	—	0,06	—	—
Black Pins, Blaenavon .	—	1,21	30,07	0,82	41,22	—	1,07	17,27	—	0,59	2,89	3,38	0,76	Sp.	0,15	—	—
					Rückstand =	0,45	—	—	11,60	4,29	—	0,30	—	—	—	0,48	—
do. „ .	0,34	1,58	34,30	0,40	47,02	—	1,00	8,63	—	—	2,57	3,23	0,92	—	0,25	—	—
Pwll Llacca, Blaenavon .	0,32	1,28	32,90	0,30	47,60	—	0,46	13,60	—	—	0,77	2,30	0,71	—	0,08	—	—
Bottom Vein, „ .	0,36	2,00	29,52	0,30	42,04	—	0,87	20,87	—	—	1,03	2,51	0,90	—	0,06	—	—
Grey Vein, „ .	0,54	2,12	30,04	0,45	39,80	—	1,17	19,40	—	—	2,41	3,30	1,02	—	0,05	—	—
Spotted Vein Mine, Pontypool	—	0,76	30,92	0,21	44,50	—	0,73	15,73	0,22	1,35	1,91	2,47	0,23	—	0,11	—	—
Meadow Vein Mine,					Rückstand =	0,50	—	—	10,59	4,60	0,18	0,14	—	—	—	0,79	0,13
Pontypool	0,98		26,15	1,15	32,44	—	0,80	30,01	—	0,24	3,66	3,69	0,28	Sp.	0,30	—	—
Three Cakes Meadow Vein					Rückstand =	0,76	—	—	20,04	7,98	0,27	—	—	—	—	0,81	—
Mine, Pontypool . . .	0,99		28,29	0,41	26,03	—	1,09	27,35	0,24	0,37	8,14	5,48	0,17	Sp.	0,69	—	—
					Rückstand =	0,56	—	—	18,32	8,30	Sp.	Sp.	—	—	—	0,82	—
Black Pin Mine, Pontypool	—	0,78	23,40	0,82	26,98	—	0,49	36,51	0,50	1,19	3,11	4,13	0,35	—	0,52	—	—
					Rückstand =	0,73	—	—	27,41	7,69	0,22	0,42	—	—	—	1,18	0,13
Blackband, Pontypool . .	n. b.	n. b.	25,03	8,50	31,74	—	1,06	—	16,97	7,75	3,84	3,51	0,35	Sp.	0,48	1,12	—
Rosser Vein Mine, Dowlais	0,57	1,36	28,49	0,07	41,03	—	0,55	20,33	0,27	0,23	2,83	3,11	0,70	—	—	—	—
					Rückstand =	0,41	—	—	13,08	5,56	0,17	0,25	—	—	—	0,86	—
Little Blue Vein, „	0,35	1,08	30,53	0,29	38,77	—	1,30	17,95	0,08	0,32	4,45	4,25	0,46	—	—	—	—
					Rückstand =	0,40	—	—	13,47	2,96	0,09	0,15	—	—	—	0,87	—
Lumpy Vein, „	0,42	1,03	32,48	0,35	49,29	—	1,13	13,01	0,14	0,45	3,06	3,73	0,42	—	—	—	—
					Rückstand =	0,41	—	—	7,77	3,75	0,12	0,19	—	—	—	0,74	—
Gwr Hyd Mine, „	0,79		26,14	1,60	39,00	—	0,50	24,44	—	0,89	2,75	2,41	1,28	—	—	—	—
Blackband, „	0,25		33,09	11,08	48,66	—	1,21	1,21	—	—	1,69	2,61	0,58	—	0,07	—	—
Sulphury Mine, Cwm Avon	0,74		28,23	0,29	40,30	—	1,03	22,48	—	1,43	1,44	2,77	0,88	Sp.	0,09	—	—
					Rückstand =	0,34	—	—	14,43	6,47	—	0,17	—	—	—	0,82	—
White pins, Ystalyfera .	1,00		24,56	0,33	29,34	—	0,73	35,73	—	0,96	0,84	5,63	0,14	Sp.	0,08	—	—
					Rückstand =	0,63	—	—	24,98	9,75	—	0,20	—	—	—	1,00	—
Cheese Mine, „ .	0,26	1,54	35,70	0,30	42,72	—	0,46	8,23	—	—	4,66	5,73	0,49	—	Sp.	—	—
Worthington's Blackband, Lancaich, Glamorgansh	0,08	—	—	—	6,03	54,03	1,22	—	16,27	7,04	7,85	5,13	1,21	—	1,21	—	—
Blackband, Abercarn . .	0.27	0,31	30,50	6,25	43,37	4,10	1,50	—	2,80	6,05	3,00	0,25	Sp.	1,56	—	—	—
do. Llanelly . .	2,00		24,20	6,96	34,18	—	1,82	25,20	—	0,80	2,72	1,64	0,42	—	n. b.	—	—
Catshole-Erz Saundersfoot, Pembrokeshire . . .	0,37	1,19	22,28	0,60	33,09	0,64	1,21	33,41	0,67	0,91	3,01	0,94	0,44	0,60	0,45	—	—
Kilvelgy-Erz Saundersfoot,					Rückstand =	—	—	—	26,11	7,30	0,11	0,07	—	—	—	0,30	—
Pembrokeshire . . .	0,90	1,23	26,14	0,59	34,27	3,37	1,47	27,29	0,05	—	1,90	3,00	0,23	0,15	0,29	—	—
					Rückstand =	—	—	—	18,79	6,17	2,08	0,04	—	—	—	0,19	—

§ 280. Ungleich bedeutsamer als jede einzelne der bisher geschilderten Thoneisenstein-Lagerstätten ist das Eisenerzflötz des Cleveland-Bezirks, welches von gleichmässiger Stärke und enormer Ausdehnung, die materielle Unterlage des mächtigsten Eisenindustriebezirks der Jetztzeit bildet.

Die Cleveland Hills südsüdöstlich von der Stadt Middesbro', bestehen aus fast wagerechten Lagen von Lias und Oolith, welche auf dem Buntsandstein aufruhen, der nördlich, unmittelbar am Fuss der Hügel durch Erosion blossgelegt ist.

Im Lias findet sich ein 2,5—3 m mächtiges, seltener bis 4,85 m anwachsendes Flötz eines grünlich-weissen oolithischen Erzes, welches 4—5 km südlich durch schmale Schiefereinlagen getheilt wird, die anfangs unmerklich, im Süden zunehmen, bis sie das Flötz bei Grosmont in mehrere Theile zerlegen, von denen nur die Avicula-Schicht und die Pecten-Schicht verarbeitbar sind, während die Dogger-Schichten bis 17/₀₀ *Fe*gehalt herabsinken und selten mehr verarbeitet werden.

Die Grundlage des benutzbaren Vorkommens ist auf ca. 52,000 ha. berechnet — die Produktion stieg 1877 auf 2,138,378 Tonnen und 165 Hochöfen, sowie 1900 Puddelöfen der Bezirke Durham, Northumberland und Cleveland basiren auf dem Vorhandensein dieses Erzes ihren Betrieb.

Die Zusammensetzung des Erzes erhellt aus nachstehender Tabelle, deren Analysen der mehrfach citirten Wedding'schen Zusammensetzung entstammen.

	Hygr. H_2O	Hydr. H_2O	Organ. Subst.	FeO	FeO_3	Fe	MnO	Rückstand	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	FeS_2	KaO	TiO_2
Cleveland Erz	—	2,97	Sp.	39,92	3,60	33,62	0,95	1,64	7,12	7,86	7,44	3,82	1,86	Sp.	0,11	0,27	—
			Rückstand =			—	—	—	1,50	0,10	Sp.	—	—	—	—	—	0,03
Southbanks Middlesbro' .	0,34	3,14	0,15	43,02	2,86	35,46	0,40	0,05	7,12	5,87	5,14	5,21	1,81	—	—	—	—
							Quarz =		0,05	—	—	—	—	—	—	—	Sp.
Belmont-Grube, Stockton		3,66	—	39,00	3,50	32,78	1,30	—	9,46	7,46	7,44	3,82	1,60	—	—	—	—
Main Seam Eston . . .		3,69	—	39,01	3,55	32,83	—	—	10,90	10,62	1,70	3,19	2,08	—	Sp.	—	—
„ „ „ . . .		5,07	—	43,35	1,20	34,54	—	—	7,65	9,88	0,58	5,35	3,87	—	S 0,09	—	—
„ „ „ . . .		9,14	—	39,50	1,55	28,73	—	—	19,90	17,87	1,56	2,31	2,50	—	S 0,13	—	—
Hutton low Cross		4,90	—	35,55	1,70	28,84	—	—	20,90	3,79	4,20	1,12	2,66	Sp.	S Sp.	—	—
„ „ „		4,89	—	35,75	1,80	27,45	—	—	15,65	4,95	7,39	2,98	5,05	0,07	S Sp.	—	—
„ „ „		1,45	—	40,86	4,25	34,75	—	—	7,20	3,44	3,80	3,70	0,96	0,30	S 1,60	—	—
Upleatham Cleveland . .		5,00	—	34,00	7,00	31,36	—	—	20,50	12,15	1,40	3,15	2,55	Sp.	S 0,06	—	—
„ „ . .		3,00	—	38,25	5,80	33,81	—	—	7,45	12,20	5,00	2,40	0,50	Sp.	S Sp.	—	—
Normanby Cleveland . .		3,69	—	33,86	0,47	26,66	0,96	—	15,24	6,92	5,82	3,84	1,40	Sp.	0,40	—	—
„ „ . .		4,45	—	38,06	2,70	31,42	0,74	—	10,36	5,92	7,77	4,16	1,07	Sp.	0,14	—	—
Aviola-Schicht Grosmont .		3,65	—	33,17	—	25,80	0,50	13,22	—	3,92	11,90	4,52	0,48	—	—	—	—
Dogger-Schicht „ .		2,80	—	32,78	—	25,50	0,45	24,10	—	1,18	6,44	4,58	0,19	—	—	—	—
„ „ .		3,20	—	22,30	—	17,34	0,50	30,96	—	2,10	11,80	3,96	0,30	—	—	—	—
„ „ .		2,70	—	40,77	—	31,71	0,67	12,36	—	1,32	4,08	5,34	0,06	—	—	—	—
Pecten-Schicht „ .		3,30	—	34,98	—	27,21	0,48	10,04	—	3,20	11,96	4,51	1,30	—	—	—	—

§ 281. Deutschland umschliesst ebenfalls bemerkenswerthe Lagerstätten von Thoneisenstein, wenn sie auch nicht dieselbe Bedeutung haben wie die englischen. Das grösste Interesse verdienen die Kohleneisensteine des westfälischen Reviers, welche den schottischen Blackbands z. Th. entsprechen, ohne ihnen in der Verbreitung und in der Mächtigkeit gleichzukommen.

Von den Mulden des westfälischen Gebietes führen besonders die mittleren und südlichen die Eisenerze. Dieselben treten fast stets in Begleitung der Kohlen auf, bald im Hangenden, bald im Liegenden, zuweilen als Bergmittel.

Die wichtigsten Fundpunkte finden sich bei Hiddinghausen, Sprockhövel, Kirchhörde, Berghofen, Hörde in der südlichen, bei Hattingen, Bochum, Werden und Rellinghausen in der mittleren Mulde, während in der nördlichen nur Mühlheim und Essen genannt werden.

Es sind 7—8 Flötze von Kohleneisenstein bekannt, deren Mächtigkeit zwischen 0,25 und 3,5 m wechselt und welche durch die Einlagerung tauber Mittel oftmals auch in Qualität verlieren.

Eine umfassende Beschreibung des Vorkommens hat Bäumler herausgegeben (Preuss. Zeitschrift Bd. XVII. S. 426) und eine sehr grosse Zahl von Analysen mitgetheilt, die durch folgende vervollständigt werden können.

§ 282. Zunächst sind zwei Durchschnittsanalysen westfälischer Blackbands (roh und geröstet) zu erwähnen, welche die Eisenhütte Vulcan bei Duisburg 1873 in Wien ausgelegt hatte (Dürre, Wiener Bericht S. 54). Es enthielt

	gerösteter	roher Blackband
Fe	49,7	27,30
Mn	—	0,65
P	0,67	0,20
SiO_2	16,50	6,71
AlO_3		3,23
CaO		2,65
MgO		0,88
CO^2	—	24,42
S	—	0,36
P	—	Sp.

§ 283. Weitere Analysen gerösteter Blackbands, angestellt von niederrheinischen und westfälischen Hüttenwerken folgen hierunter.

An erster Stelle sind einige Analysen roher und gerösteter Blackbands, die Wedding mittheilt (a. a. O. S. 346 und 347) hervorzuheben:

	Org. S. H_2O	CO_2	FeO	FeO_3	$MnCO^3$	MgO	$MgCO_3$	CaO	$CaCO_3$	SiO^2	AlO_3	FeS_2	$CaSO_4$	SO_3	C	P_2O_5
Friederica bei Bochum Hess.	4,96	60,15		0,94	—	—	2,40	—	1,53	1,03	6,64	—	0,29	—	21,27	—
Friederica bei Bochum Schnabel.	0,92	77,72		1,30	0,21	—	2,51	—	1,02	0,93	0,77	—	0,05	—	14,61	—
Friederica bei Bochum Schnabel.	4,14	47,24		7,46	—	—	4,40	—	—	0,81	—	—	—	—	35,34	—
Sprockhövel Neuschottland Union.	—	{63,24— {72,61		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12-19	—
Josephine bei Hörde (geröstet)	0,435	Sp.	0,669	43,568	—	1,203	—	6,062	—	32,338	11,191	Sp.	—	0,73	1,201	0,607
Adele bei Hörde (geröstet)	1,418	0,76	7,704	54,715	—	2,222	—	4,643	—	20,532	4,034	0,143	—	0,498	2,941	0,719
Freie Vogel bei Hörde (geröstet)	0,18	28,06	41,45	—	—	0,89	—	—	—	3,02	1,33	0,075	—	0,008	23,58	—
Schürbank u. Charlottenbg.	3,01	19,27		7,77	0,79	0,13	3,67	0,14	—	1,92	0,52	—	—	—	11,76	—
do. do.	5,09	35,30		7,09	—	0,35	1,57	0,68	0,41	20,23	8,67	—	0,64	—	20,07	—

Manche Flötze können, wie Wedding anführt, eine solche Menge P_2O_5 enthalten, dass sie als Phosphorite anzusehen sind, z. B. ein Flötz bei Kirchhörde mit $20-25/_{00}$ P_2O_5 bei $15-20/_{00}$ Fe als FeO und ein Flötz bei Sprockhövel mit $30-60/_{00}$ P_2O_5.

§ 284. Neuere Untersuchungen roher und gerösteter Blackbands, von den Hauptabnehmern ausgeführt, sind in der folgenden grösseren Tabelle zusammengestellt und beruhen zum grossen Theil auf Privatmittheilungen.

	Glühverlust	FeO_3	Fe	MnO	Mn	Rückstand	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	S	P_2O_5	P
Klosterbusch bei Kupferdreh (roh) Phönix (Dürre, Wiener Bericht S. 90).	32,25	—	34,14	—	Sp.	—	10,19	2,39	2,10	2,47	0,09	1,16	—
Lamarche XXVI bei Kupferdreh (roh) Phönix (Dürre, Wiener Bericht S. 90).	35,18	—	32,30	—	Sp.	—	13,92	0,04	1,91	2,13	0,09	1,05	—
Klosterbusch bei Kupferdreh (geröstet) Phönix (Wachler's Bericht S. 8).	21,11	—	46,70	—	1,42	—	16,49	5,88	3,21	4,03	0,14	—	0,45
Maseyk II do. do.	23,25	—	47,70	—	1,20	—	15,48	4,21	3,92	1,94	0,79	—	0,57
Neuessen IV bei Rellinghausen Gutehoffnungshütte (Privatmittheilung).	0,87	59,57	41,70	1,08	0,78	—	22,04	12,12	2,42	Sp.	0,35	1,19	0,52
Neuessen IV Gutehoffnungshütte (Wachler's Bericht S. 8).	3,62	57,63	40,34	1,32	—	—	21,04	13,32	1,04	0,23	0,35	1,12	—
Friederica bei Bochum Union (Wachler's Bericht S. 11).	—	—	47,00	—	1,85	—	10,82	7,08	3,94	2,25	—	0,48	—
Friederica bei Bochum Friedrich-Wilhelmshütte (Wachler's Bericht S. 16).	—	—	49,70	—	0,74	—	11,30	7,60	4,10	0,34	0,76	0,66	—
Friederica bei Bochum Gutehoffnungshütte (Privatmittheilung).	0,72	74,42	52,09	1,48	1,07	14,80	—	—	n. b.	n. b.	n. b.	1,86	0,81
Friederica bei Bochum Hörde (Privatmittheilung).	—	—	58,13	—	0,78	—	5,75	1,23	4,02	3,92	0,56	—	0,48
Friederica bei Bochum Schalker Gruben- u. Hütten-Verein (Privatmitth.)	3,50	—	49,39	—	—	—	9,50	6,72	3,34	2,32	1,00	—	0,48
Friederica bei Bochum do. do. do.	—	—	52,88	—	—	10,94	—	—	—	—	—	—	—
Friederica bei Bochum do. do. do.	—	—	46,75	—	—	16,86	—	—	—	—	—	—	—
Friederica bei Bochum do. do. do.	—	—	51,51	—	—	13,18	—	—	—	—	—	—	—
Friederica bei Bochum do. do. do.	—	—	49,98	—	1,75	11,03	—	—	—	—	—	—	0,544
Friederica bei Bochum do. do. do.	—	—	50,46	—	—	11,92	—	—	—	—	—	—	—
Neuhiddinghausen Union (Wachler's Bericht S. 11).	—	—	46,04	—	1,45	—	15,18	6,02	4,00	1,24	0,47	—	0,62
Sprockhövel, Grube Union I Hörde (Privatmittheilung).	—	—	43,00	—	1,45	—	15,89	7,02	4,21	2,19	—	—	0,53
Freie Vogel und Unverhofft do. do.	—	—	46,00	—	—	—	10,16	10,71	1,64	0,38	—	—	1,25
Freie Vogel und Unverhofft Gutehoffnungshütte (Privatmittheilung).	0,60	68,67	48,07	2,02	1,45	—	16,60	—	—	—	n. b.	2,40	1,05
Freie Vogel und Unverhofft Hörde (Privatmittheilung).	—	—	51,97	—	2,64	—	8,06	1,79	5,46	2,55	—	—	1,37
Argus bei Hörde do. do.	—	—	47,55	—	0,62	—	15,27	4,75	8,03	2,88	0,33	—	0,73
Adele bei Hörde do. do.	—	—	43,38	—	0,82	—	14,78	12,82	5,77	2,66	0,60	—	1,24
Durchschnitt Hörder Blackbands Hörde (Wachler's Bericht S. 14).	4,50	—	{43,00 {45,00	— MnO_3	0,80	—	18,00	8,00	3,00	2,50	0,25	—	0,55
Westfälische Blackbands (geröstet) } 3,00 Feuchtigkeit Niederrh. Hütte (Privatmittheilung).	—	74,45	52,12	1,69	1,21	—	9,64	5,75	3,15	1,96	0,79	1,13	0,493
Westfälische Blackbands (geröstet) } 3,00 Feuchtigkeit do. do-	—	—	49,83	—	1,25	—	11,23	7,77	3,89	2,05	0,78	—	0,490

§ 285. Weit unbedeutender sind die übrigen deutschen Thoneisensteine der Steinkohlenformation, welche sowohl im Bereich des Saarbrücker Bezirks, als auch im Bereich des Zwickauer, des niederschlesischen und oberschlesischen Bezirks auftreten und verarbeitet werden.

Dieselben haben nur für schlechtere Roheisensorten Bedeutung und sind meist schwefel- und phosphorhaltig in ziemlich reichlichem Maasse.

Analysen Zwickauer Sphärosiderite, welche von der Königin-Marienhütte mitgetheilt worden sind, ergeben (im gerösteten Zustand):

FeO	44,70	bis	45,15
MnO	0,40	„	—
SiO_2	17,90	„	19,30
AlO_3	6,50	„	6,70
CaO	2,60	„	4,30
MgO	1,44	„	2,70

§ 286. Einen gerösteten Blackband von Neurode in Niederschlesien verschmilzt Witkowitz und enthielt derselbe nach einer Privatmittheilung der Hütte:

Feuchtigkeit	11,00
Glühverlust	11,32
Fe	54,50
Mn	1,26
SiO_2	4,79
P_2O_5	0,562

§ 287. Analysen Oberschlesischer Thoneisensteine aus verschiedenen Revieren theilt Wedding (a. a. O. S. 346—347) mit. Sie weisen nach für

	Beste Sorten Durchschnittsqualität		Myslowitz	Mokrau	Kieferstädtel	Ruda
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
FeO	50,80	—	53,50	45,70	38,95	48,9
MnO	1,65	2,23	4,80	4,60	6,05	3,0
MgO	0,63	0,85	—	—	—	—
CaO	0,54	0,73	—	—	—	—
$CaCO_2$	—	—	1,10	1,13	2,8	3,25
CO_2	31,71	—	—	—	—	—
Glühverlust . . .	—	—	25,5	26,5	25,0	26,5
FeO_3	—	76,30	6,3	10,9	11,05	—
AlO_3	2,80	3,79	5,25	1,17	9,45	6,5
SiO_2	11,87	16,10	3,50	11,35	4,25	12,35

§ 288. Ausser diesen Thoneisensteinen verschmilzt Oberschlesien auch noch Thoneisensteine aus Keuper-, Jura- und Kreideschichten, welche unregelmässige Ablagerungen von sehr verschiedener Mächtigkeit bilden und sehr zerstreut liegen.

Dieselben sind namentlich für die wenigen Hochöfen des Lublinitzer, Rosenberger und Kreutzburger Kreises wichtig, wo sie theils allein, theils mit geringen Mengen der Grossstein-Stubendorfer Erze verschmolzen werden.

Zwei oder drei sehr prononcirte Sorten kann man unterscheiden, welche verschiedenen Gebirgsgliedern zugehören und auch ganz verschieden sich verhütten.

§ 289. Ein Vorkommen aus dem Keuper-Gebiet, von sandig körniger Beschaffenheit, oft schwarz oder dunkelgefärbt, ist das Lager von Babkowsky, welches seit langen Jahren den Hochofen von Malapane mit leichtflüssigem Material versorgt und vorzugsweise zur Walzenfabrikation qualificirte.

Von diesem Erz hat Karsten eine Analyse gemacht, welche Wedding (a. a. O. S. 346—347) mittheilt und welche folgende Verhältnisse ergibt:

FeO	57,91
MnO	1,51
MgO	Sp.
CaO	0,59
CO_2	36,61
$SiO^2 + AlO_3$	0,60
H_2O + organ. Säuren . .	0,86
Kohle	1,92

§ 290. Eine andere Erzsorte ist das Vorkommen von Lipice (Lipitze) bei Rosenberg, dessen reichliche Versteinerungen (Ammonites Parkinsoni, Pholadomya Murchisoni a. A.) der Lagerstätte ein bestimmtes jurassisches Niveau anweisen. Dieses Erz, hellgraubraun, oolithisch strukturirt, fest aber weich, enthält oft Schwefelmetalle, FeS_2, PbS, auch ZnS, ausserdem beträchtliche Mengen P_2O_5, gibt aber doch ein gutes Material für Giessereiroheisen.

Andere Erze dieser Gegend z. B. das Erz von Strojec (Strojetz), obwohl reich und relativ rein, zeigen dennoch solche Wechsel der Zusammensetzung, dass es nicht möglich ist, dasselbe anhaltend oder vorwiegend zu benutzen. Gelegentliche nicht unbeträchtliche Erzeinschlüsse von Baryumsulfat machen das Eisen, das ausschliesslich aus solchen Erzen fabricirt wird, rothbrüchig.

§ 291. Analoge Verhältnisse finden sich in den benachbarten polnischen Gebieten. Ein Sphärosiderit von Mischkow, den Witkowitz verarbeitet, ergab in der Analyse:

Glühverlust	32,23
Fe	35,65
Mn	1,72
SiO_2	11,21
AlO_3	Sp.
CaO	2,89
MgO	Sp.
P_2O_5	0,483
Cu	Sp.

§ 292. Anderweitige Thoneisensteine jüngerer und älterer Formationen weisen die westlichen Bezirke Deutschlands auf, in denen bereits die bedeutendsten Blackband-Lagerstätten constatirt werden konnten. Auf dem Weg dahin begegnet ein Harzer Vorkommen, das zwar nicht besonders mächtig, doch aber von grossem Interesse ist.

Das bereits (a. a. O. S. 14) erwähnte und beschriebene Erzvorkommen vom Büchenberg bei Elbingerode enthält u. A. auch einen Sphärosiderit, dessen Zusammensetzung nach derselben Quelle ist:

H_2O	1,67	
CO_2	27,00	
SiO_2	8,39	
P_2O_5	0,48	
FeO	47,47	= 36,87 Fe
AlO_3	2,53	
MnO	6,22	
CaO	2,20	
MgO	0,89	

Das Erz ist dicht, dunkelgrau, leicht mit der Feile zu ritzen und besitzt einen erdigen Bruch, hat also alle Charaktere eines Thoneisensteins.

§ 293. An der Porta finden sich zusammengeschwemmte Thoneisensteine jurassischer Herkunft in Diluvial-Schichten und wurden früher auf der Portahütte verschmolzen.

Zwei Analysen dieses Erzes (im geröstetem Zustand) theilt Wedding (a. a. O. S. 346—347) mit. Sie ergeben:

	1.	2.
MgO	2,768	0,2
CaO	3,047	4,48
Glühverlust . . .	20,134	14,02
FeO_3	48,796	53,60
MnO_3 / MnO	—	0,20
AlO_3	9,434	9,20
SiO_2	14,56	23,60
FeS_2	—	0,117
$CaSO_3$	1,028	—

No. 1 ist bezeichnet als dichtes Erz von Dehme bei Porta; No. 2 als eben solches von Friedrich der Grosse bei Hausberg.

§ 294. Ein Erz von Teutonia (Westfalen), welches der Vulcan 1873 in Wien ausstellte, enthielt:

Fe	27,5
P	0,42
SiO_2	13,35
Al_2O_3	6,97
CaO	17,57
MgO	1,61
Glühverlust	20,45

Von den 27,5 Fe waren 21,30 als FeO und 6,2 als Fe_2O_3 enthalten.

§ 295. Eigenthümlich sind einige rheinische Sphärosiderite und Thoneisensteine jüngerer und älterer Lagerung, welche besonders für den Hüttenbetrieb des Niederrheins wichtig werden.

Wedding führt bereits zwei Erze an, von denen das eine im Tertiär bei Bonn, das andere den Vulkanischen aufgelagert bei Siegburg vorkommt. Es weisen nach das Erz von

	Haardt bei Bonn	Gottessegen bei Siegburg
$FeCO_3$	76,11	74,37
$MnCO_3$	3,56	2,79
$MgCO_3$	1,45	2,50
$CaCO_3$	2,48	2,93
Fe_2O_3	2,77	6,69
Al_2O_3	8,88	2,87
SiO_2	3,54	4,84
FeS_2	1,23	1,07

Zu diesem Vorkommen gehört noch ein Erz von Euskirchen, welches Hörde verarbeitet und dessen privatim mitgetheilte Analyse folgende Verhältnisse gibt:

SiO_2	10,13
Fe	25,70
Mn	4,70
Al_2O_3	4,40
CaO	9,72
MgO	3,65
P	0,01
S	0,15
Cu	Sp.

§ 296. Eine Reihe Thoneisensteine baut die Gesellschaft Phönix bei Ruppichteroth. Analysen derselben gab sie gelegentlich der Wiener Ausstellung (Dürre's Bericht S. 90).

Es enthielten die Erze der Gruben

	Sperber	Schutzzoll
Fe	36,16	31,83
Mn	2,86	5,83
CaO	1,88	—
MgO	2,07	—
Al_2O_3	3,64	7,30
SiO_2	11,50	22,36
S	0,36	—
P	0,30	0,15

Aus diesen beiden Zahlenreihen geht schon die bedeutende Verschiedenartigkeit in den Vorkommen hervor, ein Merkmal, dass sich auch äusserlich kundgiebt, da diese Thoneisensteine ein ungemein wechselndes Aussehen haben.

Bei Bergisch-Gladbach kommen ebenfalls Sphärosiderite vor, welche nach Westfalen gehen. Analysen des Schalker Gruben- und Hütten-Vereins ergaben nachstehende Zahlen:

	roh		geröstet				
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Fe	39,11	46,66	50,64	50,93	49,71	49,52	40,34
Mn	1,32	2,53	1,91	2,13	1,35	—	—
CaO	4,01	—	—	—	—	—	—
Rückstand	11,07	19,04	14,47	12,43	14,63	16,18	29,83
S	—	—	0,53	—	—	—	—
Glühverlust	27,19	—	—	3,47	1,39	—	—

§ 297. Die Lahn-Bezirke führen ebenfalls Thoneisensteine, von denen Analysen vorliegen.

Ein Erz von Waldwiese bei Staffel, welches die Gesellschaft Phönix verhüttet, enthielt (Dürre's Bericht S. 90):

Fe	26,68
Mn	8,36
CaO	0,84
MgO	0,90
AlO_3	9,81
SiO_2	10,62
S	1,12
P	0,12
Einschliesslich Glühverlust	41,52

Von diesem Erz und einigen anderen theilt schon Wedding (a. a. O. S. 362) nachstehende Analysen mit:

	Waldwiese bei Staffel		Glückauf bei Montabaur	
Fe	30,91	33,51	35,37	33,03
Mn	9,45	10,99	2,16	3,39
O	} 43,45	18,62	} 36,17	} 38,07
CO_2		12,02		
CaO	—	1,17	Sp.	2,83
MgO	2,10	1,62	3,63	0,49
AlO_3	3,51	8,53	5,98	3,77
SiO_2	9,83	13,09	12,63	16,38
P_2O_5	0,62	0,89	0,24	0,28
S	0,46	0,40	0,37	0,29
H_2O	0,36	—	3,68	0,89

§ 298. Unter den Eisenerz-Lagerstätten Oesterreichs treten Sphärosiderite ebensowenig dominirend auf wie unter denen Deutschlands, doch gibt es auch hier einige Punkte, wo das Vorkommen eine für die Industrie bedeutsame Mächtigkeit erreicht.

von Hauer weist schon in seiner „Uebersicht der Bergbaue der österr. Monarchie“ die folgenden Lagerstätten auf:

Ransko in Böhmen 5 Klft. = pptr. 10 m mächtiges Thoneisensteinlager im Gneiss; das Erz hat allerdings nur 22% Metallgehalt. Diese Erze wurden in der Nähe verschmolzen und hatten schon früher für weitere Kreise keinerlei Wichtigkeit.

Viel bedeutender sind die Thoneisensteine der Silurformation. In der schon mehrfach angezogenen Abhandlung Lipolds (Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1863. S. 339 u. ff.) finden sich (S. 444) die Analysen von verschiedenen Erzen dieser Gegend.

Ein regelrechter Spath von Giftberg, graues Gemenge von krystallinisch blättrigem Eisen- und Braunspath mit eingebackenen eckigen Stücken von tauben Schiefern und Tuffen enthält:

29,2 unlösliche Bestandtheile
4,8 $CaOCO_3$
5,3 $MgCO_3$
60,0 $FeCO_3 + FeO_3 = 29{,}6—31{,}6\ Fe$.

Weitere Untersuchungen betreffen die folgenden Varietäten:

	Rückst.	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$FeCO_3$	FeO_3	Fe
Sphärosiderit von Karisek (Rokycaner Schichten)	14,5	5,3	6,3	74,0	—	35,7
Sphärosiderit von Krusnahora (Rokycaner Schichten)	38,6	9,0	8,0	43,7		21,0
Sphärosiderit von Nucic, grau, dicht und linsenförmig, die Linsen in Grünerdemasse verwandelt	7,4	5,8	3,8	82,7	—	39,9

§ 299. Eine andere Analyse des Nucicer Erzes, welches neben dem Rotheisenstein von Krusnahora wohl das bedeutendste Element der ganzen Erzlagerstätte bildet, ergab:

Glühverlust	9,9
SiO_2	25,6
AlO_3	8,6
CaO	3,1

MgO	1,8
P_2O_5	Sp.
Mn, Mn, O_4	5,0
FeO_3	43,9
Fe	30,1

§ 300. Weitere Untersuchungen böhmisch-mährischer Sphärosiderite finden sich in den Verhandlungen der Reichs-Anstalt zerstreut. Unter denselben lassen die folgenden am Besten den Charakter der dortigen Erze erkennen.

Ein angeblicher Thoneisenstein von Brezitz enthielt (Jahrbuch 1868. S. 315):

Glühverlust	6,6
FeO_3	39,8
Rückstand	52,4
MgO	0,8

Ein Sphärosiderit von Gaya in Mähren enthielt nach von Reichenbach (Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1858. S. 174):

SiO_2	22,46
AlO_3	17,00
FeO_3	47,66
$CaCO_3$	12,88
$MgCO_3$	Sp.

Eine vollständigere Analyse einer anderen Varietät desselben Erzlagers bei Strazowitz von demselben Chemiker ausgeführt (a. a. O. 1856. S. 808) ergab:

FeO	40,94	= 31,86 Fe
MnO	21,86	= 26,8 MnO_2
SiO_2	3,00	
MgO	1,48	
CaO	1,94	
H_2O	4,86	
$CO^2 + Cl$	25,92	

Durch Oxydation bilden sich aus dem Sphärosiderit Brauneisensteine, die z. Th. als Gerölle auftreten und nach von Reichenbach (a. a. O. 1856. S. 805 u. 807) enthalten:

Geröll			Feste Erze		
FeO_3	58,53	= 40,97	FeO_3	42,34	= 29,63 Fe
MnO_2	20,53		MnO_3	23,02	= 26,21 MnO_2
SiO_2	4,80		SiO_2	10,59	(incl. Sand)
$CaCO_2$	3,68		CaO	6,70	= 11,96 $CaCO_3$
H_2O	11,03		MgO	Sp.	
Verluste	1,43		BaO	Sp.	
			H_2O	9,90	(berechnet).

Ein dritter Brauneisenstein, aus der Friedrichszeche (ibid. S. 808) ergab:

SiO_2	30,23	— 56,28
FeO_3	57,17	— 26,13
$CaCO_3$	1,00	— 0,83
H_2O	8,25	— 7,80
Glühverlust	3,35	— 2,82
$MgCO_3$	Sp.	— Sp.
MnO_2	0,00	— 6,14

§ 301. Eine Reihe weiterer mährischer Sphärosiderite hat C. von Hauer (Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1858. S. 506) untersucht.

	Erz von Teresold	Boschowitz	
SiO_2	7,00	4,80	7,00
FeO_3	43,80	34,00	42,80
Fe	30,66	23,80	29,96
MnO	6,67	21,60	11,55
AlO_3	3,20	1,60	0,50
CaO	15,68	11,09	8,53
MgO	3,90	2,63	11,78
Verluste	19,75	24,28	17,84

§ 302. Die alpinen Bezirke sind für das Vorkommen des Thoneisensteins weniger bedeutend, dennoch werden schon in der Hauer'schen Uebersicht einige Fundstätten erwähnt.

So kommt zu Dirnstorf bei Mautern (Steyermark), ein 5—12 Klft. = 10—24 m starke Ablagerung von Thoneisenstein auf dem Kalkstein vor. Die Gosau-Formation von Dreistetten in Oesterreich birgt rothe Thoneisensteine, welche im Hochofen zu Pitten verschmolzen werden.

Neuere Aufschlüsse sind in den Verhandlungen der Reichs-Anstalt beschrieben und z. Th. mit Analysen erläutert, die im Folgenden zusammengestellt sind.

Ein Sphärosiderit von Than bei Ternitz, mehr Spatheisenstein, enthielt nach C. von Hauer (Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1858. S. 507):

SiO_2 . . .	23,30	
$FeCO_3$. . .	35,07	= 16,45 Eisen
$MgCO_3$. .	14,62	
$CaCO_3$. .	25,71	
Hygr. H_2O .	0,90	
Verlust . .	0,40	

§ 303. Die Sphärosiderite von Mixnitz in Steyermark sind ebenfalls in Folge neuerer Aufschlüsse bekannt geworden und wurden einer chemischen Untersuchung im Laboratorium der Reichs-Anstalt unterworfen, welche die folgenden Unterschiede unter den verschiedenen Sorten nachwies.

Das Erz vom Schaffer Schurf ergab:

Rückstände .	36,6	
$FeCO_3$. . .	58,0	= 28,0 Eisen
$MnCO_3$. . .	1,4	
$CaCO_3$. . .	2,5	
$MgCO_3$. . .	0,4	

Das Erz zeigte in besonderer Probe 18,7/00 Röstverlust und enthält daher 35,1 Eisen im gerösteten Zustande.

Vom Preussler Schurf enthielt das Erz:

Rückstände .	49,2	
$FeCO_3$. . .	42,0	= 20,3 Eisen
$MnCO_3$. . .	8,0	
$CaCO_3$. . .	Sp.	
$MgCO_3$. . .	Sp.	

Der Röstverlust betrug 12,3/00 und ist der Erzgehalt hiernach 23,6 Eisen (Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1858. S. 173).

§ 304. Von Interesse sind Thoneisensteine aus jüngeren kohleführenden Schichten der Alpen, ebenfalls neuere Aufschlüsse.

Solche als Zuschlagserze event. zu gebrauchende Sphärosiderite aus der untern kohleführenden Liasschicht am Pechgraben in Oesterreich.

	Rückstand	FeO_3 und $FeCO_2$	CaO	MgO		
1.	24,7	70,8	Sp.	4,5	— 32,6	Fe trockne Probe
2.	17,4	74,3	Sp.	8,3	— 31,0	„ „
3.	17,2	82,8	Sp.	Sp.	— 37,9	„ „
4.	14,1	67,0	10,1	8,8	— 32,0	„ „
5.	21,8	65,6	5,1	7,5	— 27,6	„ „
6.	41,6	49,4	2,4	6,1	— 20,2	„ „
7.	13,1	83,2	Sp.	3,7	— 34,2	„ „
8.	15,9	64,0	7,8	12,3	— 22,3	„ „

Geolog. Reichs-Anstalt 1864. S. 515.

§ 305. Eine bedeutende Lagerstätte findet sich in den zum Neocom gehörenden Teschener Schiefern der Gegend von Friedland in Mähren. Diese Schiefer, aus dunkel gefärbten Thon- und Kalkschiefern, Schieferthon, Brand- und Alaunschiefern, sowie Sandstein bestehend, ziehen sich von Meseritsch in Mähren über Mistek und Teschen längs den Karpathen gegen Galizien hin und entwickeln sich oftmals zu bedeutender Mächtigkeit.

Zahlreiche Lager (bis 400) von Thoneisensteinen, lichter und dunkler, in flötzartiger Einschichtung oder als kugel- und linsenförmige Ausscheidungen finden sich in diesen Schiefern. Die einzelnen Lager sind nicht über 6—7 Zoll österr. = ca. 150—175 mm mächtig; zudem sind die Erze sehr arm, enthalten nur 18—28/00 Eisen, haben 12—21/00 CaO neben 16—26/00 AlO_3 und der entsprechenden Menge SiO_2.

Es sind davon stets an 5,000,000 Kilos gefördert worden, um die Hochöfen zu Friedland, Czeladna und Baszka südlich von Mistek, sowie Trzinietz und Ustron bei Teschen zu versorgen. Auch Witkowitz machte von diesen Erzen Gebrauch, welche durch Lagern, Rösten und Auslaugen etwas im Metallgehalt zu concentriren nach vielen vergeblichen Versuchen gelungen war.

Durch die Anlage der Kaschau-Oderberger Bahn, welche den Bezug von ungarischen Erzen aus eigenen Gruben möglich machte, haben diese einheimischen Erze, welche stets starker Zuschläge bedürfen, um zu Giessereiroheisen (für unmittelbare Verwendung aus dem Hochofen) verarbeitet werden zu können, an Wichtigkeit verloren.

Ganz ähnlich sind die Eisenerze, welche im Karpathensandstein des Stryer Kreises auftreten und von denen 7 Hauptzüge mit gegen 78 verschiedenen Lagern (à 20—178 *Mn* und 12—18 $_{00}$ *Fe*) durch von Hauer erwähnt werden.

Auch im Wadowicer Kreis, wo die Eisenhüttenwerke Makow der Grafen St. Genois, Sucha der Grafen Potocki und Wengierska Gorka des Erzherzog Albrecht liegen, kommen Eisensteinflötze im Karpathensandstein vor, welche diese Hütten versorgten.

Magneteisensteine mit 13—14/$_{00}$ *Fe* finden sich im Karpathensandstein bei Kimpolung und der Bukowina.

Diese gesammten Kreideerze, so gross ihre Verbreitung auch ist, sind nur unter den dort eigenthümlichen Verhältnissen gewinnungswürdig gewesen, so lange kein anderes Material in Concurrenz zu treten vermochte. Die Eisensteine Ober-Ungarns, mit ihrem hohen Metallgehalt kommen, auch wenn sie den Transport von der Waag nach der Weichsel machen, bedeutend vortheilhafter zu stehen, da sie im Hochofen leichter aufschliessbar sind und weniger Brennstoff bedürfen.

§ 306. Die ungarischen Länder weisen einige bemerkenswerthe Vorkommnisse von Thoneisenstein auf, welche von Kerpely mit Sorgfalt zusammengestellt worden sind. Das wichtigste und älteste ist das der Banater Steinkohlenformation, welches besonders in der Szekul ausgebeutet wird, sowie bei Anina-Steyerdorf.

Es enthalten nach Analysen von Maderspach diese Erze im gerösteten Zustand:

	Szekul	Steyerdorf
FeO	5,184	12,144
FeO_3	59,520	46,931
MnO	Sp.	0,177
MnO_3	Sp.	—
SiO_2	14,758	18,181
AlO_3	4,720	11,990
CaO	7,661	0,828
MgO	2,354	0,967
K_2O	—	0,526
Cu	Sp.	0,421
P_2O_5	0,076	—
S	0,315	0,295
C	3,552	Bitumen 0,760
$CO^2 + H_2O$. . .	2,325	H_2O 6,916
Fe	52,379	39,60

Zwei andere Thoneisensteine von Moravitza, der eine gelb, mulmig, der andere derb (geröstet) ergaben nach demselben Analystiker:

FeO_3	60,188	55,336
FeO	—	19,118
MnO_3	0,333	0,399
SiO_2	16,384	14,183
AlO_3	7,008	5,220
CaO	2,061	1,450
MgO	0,560	0,255
Ka_2O	0,441	0,519
CuO	0,184	0,279
Se	Sp.	Sp.
SO_3	0,689	0,390
H_2O-Verluste . . .	11,399	2,123
Fe	42,132	53,59
	0,23	0,278

§ 307. Ausserdem erwähnt Kerpely noch eines Gemenges Rotheisenstein und Thoneisenstein aus dem Terrain von Lucki (Marmarotzer Comitat), ärarische Schürfung.

Das Erz enthielt nach einer Analyse von Kerpely selbst:

FeO_3	48,653
FeO	3,214
Mn_3O_4	Sp.
SiO_2	24,605
AlO_3	0,967
CaO	10,050
MgO	0,837
CuO	Sp.
P_2O_5	0,200
SO_3	0,614
H_2O etc.	10,860

von Hauer führt noch ein Thoneisensteinvorkommen zu Kobolya-Pojana bei Szigeth im Karpathensandstein an welches mit Rotheisensteinen vergesellschaftet ist.

§ 308. In Russland und Skandinavien treten Sphärosiderite sehr zurück und nur in den polnischen Bezirken des erstgenannten Reiches kommen Fortsetzungen der schlesischen Lagerstätte vor, welche unter Umständen Beachtung verdienen.

Der Einfluss und die Bewegung der schlesischen Industrie hat auch zum Bau von Hüttenanlagen Veranlassung gegeben, ohne dass dieser Anfang zu grösserer Ausdehnung geführt hätte.

§ 309. Belgien und Frankreich zeigen eine nicht viel bessere Entwicklung der Thoneisensteinvorkommen, gewöhnlich in Verbindung mit dem Vorkommen der Steinkohle. In Jordans neuester Uebersicht, wird den Thon- und Kohleneisensteinen Frankreichs alle grössere Wichtigkeit und jedes allgemeinere Interesse abgesprochen. — Man findet in den älteren Werken z. B. Berthier, Flachat u. A. manche Analysen mitgetheilt; neuere Untersuchungen sind nicht bekannt geworden.

Es folgen hier einige dieser älteren Untersuchungen:

	Bitumen + H_2O	FeO $FeCO_3$	MnO $MnCO_3$	SiO^2 AlO_3 Rückstände	CaO	MgO $MgCO_3$
Le Vigan (Herault)	9,40	77,70	—	15,50	—	—
Anzin (Nord)	11,20	70,00	1,70	14,80	—	1,50
Fins (Allier)	1,50	80,00	1,50	14,50	$CaCO_3$ 0,50	2,00
Crant p. St. Etienne	—	56,80	1,50	20,20	$CaCO_3$ 2,50 CaO 6,60	6,30

In Belgien steht die Sache wie in Frankreich; die bekannten geringfügigen Vorkommen treten gegen die Benutzung der Oolithe von Namur, der Erze von Luxemburg, Deutschland und Spanien vollständig zurück.

§ 310. Auch Nord-Amerika weist nur wenig Thoneisensteine von Bedeutung auf, die Anthracit-Felder haben Nichts davon und die übrigen Bezirke wenig.

Wedding unterscheidet ausser dem bereits oben (S. 111) angeführten Erz von Hanging Rock, nur noch das 4 m mächtige Flötz vom Tuscarawasthal in Ohio, dessen Verwendbarkeit noch nicht einmal unwiderleglich sicher steht (vgl. auch Kupelwiesers Bericht 1876. S. 24 u. fl., wo noch einige Thoneisensteine beschrieben und ihre Analysen mitgetheilt sind).

Ein Block dieses Blackbands zeigte nach Wilhelmi die nachstehende Zusammenstellung:

$FeCO_3$	50,68
FeO_3	4,61
Kohlige Substanz	24,22
SiO_2	9,32
AlO_3	4,26
$MgCO_3$	2,61
Mn	0,53
FeS_2	0,60
CaS	2,77
P_2O_5	0,40

Aus der vorstehenden Uebersicht geht hervor, dass die Thoneisensteine, trotz grosser Verbreitung nur in wenig Bezirken die Eisenindustrie beherrschen und ihr eine eigenthümliche Physiognomie aufdrücken.

Gegenüber dem in neuerer Zeit aufgedeckten Reichthum Süd-Europas, Nord-Afrikas und anderer dem Seehandel zugänglicher Bezirke an hochqualificirten Erzen verlieren solche vereinzelte nicht besonders reiche und mächtige Erze sehr viel von der ehemaligen Bedeutung und die Entwickelung des Entphosphorungsverfahrens hat noch mehr dazu beigetragen alle weniger ausgiebigen Erzlagerstätten in den Schatten zu stellen gegenüber den regelmässiger gelagerten Zugänglicheren und leichter Ausbeutbaren.

E. Zuschlagserze und andere ähnliche Materialien.

§ 311. Ausser den genannten schärfer definirbaren Eisenerzgattungen mit ausreichendem resp. leicht gewinnbarem Eisengehalt, müssen noch Schmelzmaterialien unterschieden werden, die für sich nicht gut verwendbar, doch bei der Hochofenwirthschaft nicht zu übersehen sind.

Wenn ein zur direkten Verwendung zu kleiner Eisengehalt mit einem herrschenden Gehalt an irgend einem wünschenswerthen Schlackenelement verbunden erscheint und dabei sich billig gewinnen lässt, kann man ein solches Material als „Zuschlagserz" verwerthen. Hiervon ausgeschlossen sind aber in der Regel diejenigen eisenhaltigen Mineralstoffe, in welchen das Eisen in fester Verbindung mit Kieselsäure sowie mit Thonerde u. a. Basen sich vorfindet, weil das Verhalten dieser Verbindungen im Hochofen nicht immer vortheilhaft für den Betrieb ist.

Viele dieser Substanzen verdienen dem Procentgehalt an Eisen nach wohl den Namen von Eisenerzen, bieten aber bezüglich der praktischen Verwendung grosse Schwierigkeiten, die nicht immer zu überwinden sind.

Die Seite 13 § 19 erwähnten Erze von Norberg zeigen, wie sich solche Mischungen in einer Eisenerz-Lagerstätte bilden können und es ist die Vermuthung gestattet, dass neben wirklichen Eisenerzen auch Mischverhältnisse auftreten, in denen das Erz zurücktritt, dagegen das beigemengte Mineral die Hauptrolle spielt.

Die Seite 34 § 57 erwähnten Erze von Grube Christiane bei Brilon mit nur 22—25 $/_{00}$ metallischen Eisen und 29—31 $/_{00}$ CaO; die unreinen Jauer'schen Rotheisensteine S. 39 § 66 mit theilweise 45 $/_{00}$ SiO_2 und 14,47 Fe; der eisenhaltige Zechstein vom Hüggel, dessen Analyse S. 68 § 126 mitgetheilt wurde; die Seite 72 § 136 erwähnten Eisenkalke von Kamsdorf und noch manche andere gehören in diese Klasse von Materialien.

§ 312. Die a. a. O. gegebenen Notizen über die Zusammensetzung solcher Zuschlagserze werden durch die folgenden Angaben vervollständigt.

Ein Flusseisenstein von der Grube Kirschenstein (Gemarkung Eibach), Bergrevier Dillenburg, welchen die Firma W. E. Haas & Sohn 1873 in Wien ausgestellt hatte, enthielt circa:

28 $/_{00}$ Fe
25 $/_{00}$ CaO
10 $/_{00}$ SiO_2
2 $/_{00}$ AlO_3

und wird als kalkiger Zuschlag bei der Verhüttung der sonst sehr kieseligen Rotheisenerze des Lahn- resp. Dill-Bezirks zugeschlagen.

Die Königin-Marienhütte bei Zwickau theilt folgende Untersuchungen von Eisenkalken privatim mit:

	Fe	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P
Brauner Eisenkalk vom Tagesschacht . .	12,9	2,00	4,60	3,50	39,26	3,90	0,030
do. von Einigkeit	14,11	2,34	7,59	2,89	32,07	2,16	0,029
do. „ „	12,21	2,46	4,92	1,25	34,85	3,30	n. b.

§ 313. Ankerit-Untersuchungen theilt C. von Hauer (Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1858, S. 506) mit:

	Ternitz	Schönbüchl bei Ternitz
SiO_2	33,70	3,80
FeO_3	34,00	81,20
Fe	23,3	56,84
$CaCO_3$	28,80	6,10
Verlust	3,50	8,90

Ein anderer ungarischer Ankerit enthielt nach L. Ferientsik (Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1856. S. 806):

SiO_2	0,47
$FeCO_3$	3,77
$MnCO_3$	0,97
$CaCO_3$	47,40
$MgCO_3$	47,11

Dieses letztere Material macht mehr den Eindruck eines Dolomits als eines Ankerits; mindestens tritt das Eisen vollständig zurück, gegenüber Kalk und Magnesia.

§ 314. Diesen Materialien reiht sich vollkommen an ein von Evrard (Revue universelle XXII. S. 1) beschriebenes kalkiges Eisenerz von Thostes in Mittelfrankreich, dessen Analyse ergab:

Glühverluste	28,36
FeO_3	35,60
Fe	(24,92)
MnO_3	Sp.
SiO_2	2,49
AlO_3	1,48
CaO	30,25
MgO	0,86
P_2O_5	0,96

§ 315. Zu den Zuschlagserzen sind auch die meisten Beauxite zu rechnen, deren Formel und Zusammensetzung schon (S. 58, 92 und 104) angegeben worden ist. Zur Vervollständigung der dort gegebenen Notirungen folgen noch die in Dana's Mineralogie S. 174 gemachten Angaben.

Die Formel $\left\{ \begin{matrix} Al \\ Fe \end{matrix} \right\} H_4 O_5$ bei dem Verhältniss $Al:Fe:3:1$ voraussetzend, würde man nach Dana den normalen Beauxit als bestehend aus 50 AlO_3
26,1 FeO_3
23,5 H_2O ansehen können.

Es folgen hier noch einige Analysen:

	SiO_2	AlO_3	FeO_3	H_2O	CaO	CCO	MgO	SO^3	P_2O_5	Al
Beaux (Berthier)	—	52,0	27,6	20,4	—	—	—	—	—	—
do. (Deville)	21,7	58,1	3,0	14,0	—	Sp.	—	TiO_2 3,2	—	—
do. do.	—	30,3	34,9	22,1	—	12,7	—	—	—	—
Revert do.	2,8	57,6	25,3	10,8	TiO_2 3,1	0,4	—	—	—	—
Allauch do.	4,8	55,4	24,8	11,6	TiO_2 3,2	0,2	—	—	—	—
Calabrien (Deville)	2,0	33,2	48,8	8,6	TiO_2 1,6	—	—	—	—	—
Senegal (Berthier)	2,0	40,0	33,60	24,7	—	—	—	—	—	—
Wochein (Lill)	6,29	64,24	2,40	25,74	0,85	—	0,38	0,20	0,46	Sp.

§ 316. Die ebenfalls zu den basischen Schmelzmaterialien gehörenden Manganerze sind bereits unter der Rubrik: Brauneisensteine soweit erwähnt worden als sie berechtigt sind, gleichzeitig Eisenerze zu heissen. Reinere Manganerze, welche neuerdings viel verarbeitet werden, gehören unter die beim Hochofenbetrieb zu erwähnenden Zuschläge und fallen an dieser Stelle fort.

§ 317. Weit weniger gern als basische Zuschlagserze verwerthet man sauere oder kieselige, obwohl die Natur eine Menge von Verbindungen bietet, die viel Eisen enthalten und dabei billig zu haben sein würden.

Ausser den wirklichen Kieseleisensteinen gehören eisenreiche Gebirgs- und Gesteinsarten hierher, z. B. manche Basalte, Granatfels, Hornblendegesteine etc.

Kieseleisensteine kommen z. B. in Frankreich vor. Schon Flachat, Barrault und Petiet (S. 95) stellen zwei Analysen von Berthier zusammen.

Die erste betrifft ein Vorkommen bei St. Brieuc in der Bretagne und es besteht dasselbe aus einem Gemisch eines Thonerdesilikats von Eisen mit Magnetoxyd, welches als mächtiges Lager im Uebergangsgebirge auftritt.

Die zweite betrifft den ächten Chamoisit von Chamoison im Wallis, der in Ardon verarbeitet wurde.

	1.	2.
FeO	23,40	60,50
FeO_3	48,80	—
AlO_3	13,30	7,80
SiO_2	11,00	14,30
H_2O	—	17,40
Gangart	3,50	—
Eisenregulus	52,50	—

§ 318. Karl von Hauer (Verhandl. der k. k. Geolog. Reichs-Anstalt 1868. S. 315) theilt u. A. eine Analyse (von Javory) eines eisenhaltigen Grünsteines mit Hornblende-Verwitterung mit, welcher auf dem Hüttenwerk zu Kaden in Mähren verarbeitet wird.

H_2O	7,6
FeO_3	46,0
SiO_2	42,3
AlO_3	4,4
CaO	Sp.

L. Ferientsik gibt (Verhandl. der Geolog. Reichs-Anstalt 1856. S. 806) die Analyse eines Talkschiefers, welche

SiO_2	27,65
AlO_3	18,65
FeO_3	28,75
MgO	23,15 nachweist.

Gemische von Eisenerzen mit Silikaten können oft auch so innig sein, dass sie sich, wie die ebengenannten Verbindungen verhalten und viele anderweitig mitgetheilte Analysen lassen dieses Mischverhältniss überhaupt unaufgeklärt.

F. Schmelzmaterialien künstlicher Herkunft.

§ 319. Neben Erzen, welche im natürlichen Zustand verarbeitet oder doch nur durch einen speciellen Wasch- und Röstprocess verarbeitet werden, verhüttet man in neuester Zeit auch eisenreiche Rückstände der Industrie. Deren sind besonders zweierlei Arten zu unterscheiden:

Röstrückstände der chemischen Industrie.

Schlacken der Eisen- und Stahlbereitung, sowie der Kupferfabrikation.

Die ersteren stammen von der Benutzung des Eisenkieses her, welche in Kiesbrennern und anderen zweckmässig eingerichteten Vorrichtungen entschwefelt, resp. zur Darstellung gasförmiger schwefeliger Säure verwendet werden.

Sobald diese Rückstände (Kiesabbrände genannt), ausreichend schwefelarm sind, können sie auf Hochöfen zu Gute gemacht werden, obwohl ihre pulverförmige Gestalt die Verwendung nur bis zu einem bestimmten Grade, d. h. in beschränktem Maasse gestattet.

Diese im Hochofen leicht sich festsetzende Form des Erzes, sowie die sonstigen Unbequemlichkeiten pulveriger Materialien haben lange Zeit die Verwerthung dieser oft sehr eisenreichen Abfälle verhindert und verzögert.

Auch hinderte bei vielen dieser Abbrände der Schwefelrückhalt, der sich nicht beseitigen liess, die Verwendung und liegen auf vielen chemischen Fabriken grosse Haufwerke noch unbenutzt da.

Die Entschwefelung ist durch die Einführung der Extraktionsprocesse jener ursprünglichen Abbrände eine viel vollständigere geworden und Hochofenwerke, welche bezüglich der Rohmaterialien wählerisch sein und mannigfache Rücksichten beobachten müssen, haben nach Einführung der gedachten Extraktionsprocesse kein Bedenken mehr getragen, diese Materialien zu gebrauchen.

§ 320. Die Zusammensetzung dieser als Kiesabbrände, purple ore, gewöhnlich bezeichneten Abfälle geht aus folgenden Mittheilungen hervor.

Ein auf Ayresome Works bei Middlesbro von dem Verfasser gesammeltes Material (angeblich von den Tharsis Copper Works in Newcastle) enthielt nach einer durch H. Meyer im Laboratorium der Aachener technischen Hochschule gemachten Bestimmung:

Rückstand	5,00	
S	0,40	
Cu	1,70	
FeO_3	93,30	= 64,96 Fe
	100,40	

§ 321. Die Niederrheinische Hütte bei Duisburg theilte folgende Untersuchungen mit:

	Purple ore aus spanischen Kiesen	Purple ore aus norwegischen Kiesen
FeO_3	92,86	81,43
SiO_2	2,55	14,30
AlO_3	?	3,00
Cu	0,18	0,15
S	0,36	0,71
Pb	1,34	Sp.
Zn	Sp.	Sp.
Cl	0,10	0,01
P	Sp.	Sp. (?)
Fe	65,00	57,00
Nässe	20 $/_{00}$	17,50

§ 322. Die Hochöfen der Gutehoffnungshütte verarbeiten nachstehende Kiesabbrände:

	SiO_2	AlO_3	FeO_3	Fe	P_2O_5	S	Cu	Pb
Duisburger Kupferhütte	2,64	1,72	93,66	65,56	Sp.	0,31	0,07	0,50
Vigmaes zu Hemmixen bei Antwerpen	13,04	6,32	78,77	55,14	Sp.	0,96	0,28	—
Nord-Frankreich, wahrscheinlich Cie des Asturies	5,32	2,04	91,03	63,72	Sp.	0,91	0,05	—

Der Schalker Gruben- und Hütten-Verein hat nachstehende Analysen mitgetheilt:

	Fe	Rückstand	S	P	Cu	Zn	Pb
Duisburger Kupferhütte	66,14	2,52	1,24	—	—	—	—
	65,89	2,09	—	—	0,15	—	—
	64,01	2,59	2,23	—	—	—	—
	67,14	2,02	—	—	0,23	—	1,25
	65,88	3,84	0,457	—	0,156	—	1,94
Gerösteter Kies, Jumet (Belgien)	53,30	2,36	5,34	—	—	2,85	2,90
	55,93	2,21	4,90	0,086	—	1,87	3,08
	56,34	1,35	5,63	—	—	1,55	2,03
	54,61	1,61	4,25	0,12	—	2,09	3,08
	58,65	2,51	—	0,053	—	0,35	1,82
	—	2,20	—	0,029	—	0,34	1,64
	57,53	1,57	—	—	—	0,14	1,93
Gerösteter Kies von Harkorten bei Haspe	56,86	9,13	4,71	weitere Bestandtheile wurden nicht bestimmt.			
	58,66	8,93	4,51				
	57,37	10,34	3,59				
	60,20	7,60	3,34				
	58,77	7,85	4,61				
	55,64	10,16	3,65				

§ 323. Wie gross der Unterschied in der Zusammensetzung zwischen dem blossen Röstkies und dem chlorirten und ausgelaugten Erz ist, geht aus zwei Analysen der Widnes Metal-Company, lim., zu Widnes hervor, welche auf der Lehrmittel-Ausstellung zu London 1876 figurirten und in Dr. Biedermann's Katalog No. 3708 und 3711 mitgetheilt sind.

Es enthielten: der Röstkies			das „Purple ore"	
H_2O	3,85		FeO_3	96,20
S	3,76		Pb	0,86
As	0,25		Cu	0,18
FeO_3	58,25	= 83/00	Co	Sp.
Cu	4,14		Al	0,45
Zn	0,37		Ca	0,46
Co	Sp.		Na	0,10
Ag	Sp.		P_2O_5	0,00
Pb	1,14		As	Sp.
Ca	0,25		SO_2	0,49
O und Verlust	26,93		S	0,16
Rückstand	1,06		Cl	0,23
			Si	1,22

§ 324. Die Schlacken, welche auf die Hochöfen gelangen, entstammen zweierlei Processen:

a) dem Frischprocess des Roheisens und den daran sich knüpfenden Schweiss- und Glühprocessen;

b) dem Schmelzprocess auf Schwarzkupfer, wenn sehr eisenreiche geröstete Steine verarbeitet werden.

Hierzu ist zu bemerken, dass die letztgenannten Schlacken von der allgemeinen Verwendung auszuschliessen sind, weil sie eben nur in vereinzelten Fällen auftreten und wegen ihrer Beschaffenheit ein zur technischen Benutzung wenig geeignetes Eisen liefern. Auf einzelnen Hütten des Harzes (Altenau) ist eine derartige Benutzung vorgekommen, weil sehr eisenreiche Schlacken von Kupferschmelzen zur Hand waren.

Von allgemeiner Wichtigkeit sind nur die ad *a)* erwähnten Schlacken, die Puddel- und Schweissschlacken der Walzhütten, welche den grössten Theil des hohen Abbrandes der bezüglichen Frisch- und Schweissprocesse aufgenommen haben.

§ 325. Die durchschnittliche Zusammensetzung der für den Hochofenbetrieb verwendeten Schlacken dieser Art geht aus den nachstehenden vorwiegend auf Privatmittheilungen beruhenden Angaben hervor.

Die mittlere Zusammensetzung der in Oberhausen verarbeiteten Schweissschlacken beträgt nach einer Privatmittheilung:

SiO_2	31,00	
AlO_3	3,00	
FeO_3	5,00	} = 50/00 Fe
FeO	60,00	
CaO	0,30	
P_2O_5	0,50	
S	0,20	
	100,00	

Die Niederrheinische Hütte zu Duisburg-Hochfeld gibt nachstehende Zusammensetzungen als Durchschnitte für beziehungsweise Schweissofenschlacken, Hammerschlacken und Hammerschlag an.

	Schweissschlacke	Schweissschlacke	Hammerschlacke	Hammerschlag
Fe gebunden	51,70	54,76	58,00	71,76
Fe als Metall	—	—	5,27	—
Gesammte Fe	51,70	54,76	60,21	71,76
P	0,393	0,19	1,260	0,201
SiO_2	29,65	24,91	15,970	2,23
Mn	1,04	0,22	?	?
Nässe	—	—	2,00	6,64

Die Schweissschlacken der Königin-Marienhütte bei Zwickau soweit sie verarbeitet werden, haben folgende mittlere Zusammensetzung:

Fe	50,00
Mn	1,07
SiO_2	26,80
AlO_3	2,40
CaO	1,10
Mg	0,36

§ 326. Wiebmer, in seiner ausführlichen Arbeit über den Hochofenbetrieb der Gleiwitzer Hütte (Preuss. Zeitschrift XXII. S. 253) theilt folgende Analysen von Schlacken mit, die der dortige Betrieb verwendet.

	Fe	*Mn*	*P*	SiO_2	*FeO*	*MnO*	P_2O_5	*CaO*	AlO_3	*MgO*	*S*
Gemische oberschles. Puddel- und Schweissschlacken	52,10	4,01	2,449	22,06	66,99	5,18	5,61	0,65	0,37	0,05	0,11
	51,66	2,16	2,05	23,39	66,42	2,80	4,71	1,91	0,37	1,44	n. b.
	54,27	—	2,379	n. b.	69,84	n. b.	5,45	n. b.	n. b.	n. b.	„
	53,32	—	2,017	20,10	68,56	„	4,62	„	„	„	„
	44,00	—	2,23	21,79	56,57	„	5,11	„	„	„	„
	—	—	2,838	n. b.	n. b.	„	6,5	„	„	„	„
Durchschnittsprobe eines grossen Haufens Frischschlacken aller Art . .	47,06	—	2,008	22,51	60,51	„	4,60	„	„	„	„
Durchschnittsprobe oberschl. Frischfeuerschlacken . .	54,00	3,81	0,947	20,27	69,43	3,64	2,17	2,84	0,24	0,31	„
Oesterreichische Puddel- und Schweissschlacken . . .	50,66	—	0,96	28,09	65,14	n. b.	2,20	n. b.	n. b.	n. b.	„
	48,64	—	1,14	n. b.	62,54	„	2,62	„	„	„	„
Königshütter Puddelschlacken	48,48	2,86	0,637	29,82	63,34	3,70	1,46	„	1,53	„	1,15 ${Ca \atop Mg}\}S$

§ 327. Eine grosse Reihe von Einzelbestimmungen theilte der Schalker Gruben- und Hütten-Verein mit:

	Fe	Rückstand	*P*	*S*
Walzenschlacke und Hammerschlag von Dortmund, Eisen- und Stahlwerk Hösch . .	60,98	n. b.	n. b.	n. b.
	69,69	6,40	0,090	„
	69,54	6,20	0,076	„
	66,75	10,00	0,088	„
	71,19	4,45	0,063	„
Schweissofenschlacke von Eisenindustrie Menden und Schwerte, Station Schwerte	44,43	35,73	0,346	„
	43,24	36,61	0,335	„
	46,87	35,28	0,312	„
Schweissofenschlacke von Stein in Kirchen	49,19	28,07	0,41	„
	51,59	26,53	0,54	„
	50,83	26,50	0,466	„
Schweissofenschlacke von Grillo, Funke & Co. in Schalke	50,33	31,89	0,272	„
	48,27	33,11	0,361	„
	51,86	29,84	0,355	„
	49,56	31,20	0,540	„
	50,86	14,54	2,815	Puddelschlacke
Schweissofenschlacke von Boecker & Co. in Schalke	46,51	34,59	0,482	n. b.
	46,99	35,17	0,520	„
	45,36	34,84	0,357	„
	48,03	34,94	0,313	„
	47,30	15,43	3,53	Puddelschlacke
Schweissofenschlacke von Thyssen & Co. in Mülheim a. d. Ruhr	50,86	29,64	0,68	n. b.
	53,35	27,04	0,653	„
	53,24	27,47	0,626	„
	52,58	29,02	0,584	„
	49,94	14,67	4,95	0,41 Puddelschlacke
Schweissofenschlacke von der westfälischen Drahtindustrie in Hamm	50,35	31,88	0,384	n. b.
	50,62	31,72	0,348	„
	50,33	31,95	0,346	„
	50,93	31,53	0,363	„
Schweissofenschlacke der Dortmunder Union in Dortmund	53,84	27,53	0,541	„
	52,04	29,45	0,608	„
	49,91	30,41	0,549	„
	53,65	27,38	0,557	„
Schweissofenschlacke von W. Hammacher sen. in Barop	49,26	32,31	0,430	„
	49,59	31,86	0,385	„
	49,44	30,06	0,324	„
	49,92	30,80	0,372	„

	Fe	R	P	S
Schweissofenschlacke von Witte & Kämper in Osnabrück	45,62	31,63	0,468	n. b.
	48,04	34,08	0,255	„
	47,32	33,50	0,378	„
	49,47	33,23	0,268	„
Glühofenschlacke vom Stahlwerk Hösch in Dortmund	46,56	25,16	0,103	„
	48,67	33,50	0,075	„
Hammerschlag von den rheinischen Stahlwerken in Ruhrort	67,48	6,05	0,094	„
	67,38	8,33	0,066	„

2. Kapitel.

Technische Classification der Eisenerze.

§ 328. Während in den vorhergehenden Paragraphen eine mineralogisch geordnete, ausführliche Darstellung der vorhandenen zur Eisenfabrikation geeigneten Mineralschätze gegeben worden ist — handelt es sich jetzt darum, die technische Classification vorzunehmen. Dieselbe basirt auf den Erfahrungen des Hochofenbetriebes und ist fast vollständig unabhängig von der mineralogischen Species.

Diese Erfahrungen, nach denen sich die Erze anders sondern lassen, führen zu immer neueren Erfahrungen und sichern die Beherrschung des Hochofenbetriebes. Man weiss auf älteren Werken längst, dass Zusätze von dem und dem Erz des Lagerplatzes eine bestimmte Wirkung auf den Schmelzgang ausüben und dass zu einer bestimmten Fabrikation das eine oder andere Erz sich besser eignet. Doch ist aus der früheren Beschränkung eines Betriebes auf Vorkommnisse der nächsten Umgebung und aus dem Festhalten an einer einzelnen Produktionsrichtung, als der hierfür vortheilhaftesten, eine grössere Freiheit in der Materialbenutzung geworden, da die Ausbildung der Verkehrswege auch die Benutzung weiter entfernter Rohmaterialien gestattet. Namentlich die günstiger belegenen Werke z. B. die des Niederrheins sind in der Lage, eine grosse Auswahl verschiedener Erze benutzen zu können und eine vielseitige Verwerthung derselben durchzuführen.

Die Elemente einer technischen Classification bestehen ausser in den Betriebserfahrungen noch in einzelnen äusseren Charakteren und dem physikalischen Verhalten z. Th. hervorgehend aus dem petrographischen Charakter des Erzes.

Es handelt sich aber hier nicht etwa darum, eine höchstens den Mineralogen interessirende Reihe verschiedener äusserer Erzcharaktere hervorzuheben, sondern diejenigen darunter, welche direkten Einfluss auf den Betrieb haben, so dass diese äusseren Wahrnehmungen ebenfalls mit dem Betrieb zusammenhängen. Es ist desshalb von Wichtigkeit, hier ganz kurz ein Bild des Hochofenprocesses einzuschalten, das dem Detail des II. Theils nicht im Geringsten vorgreift.

§ 329. Der Verarbeitungsprocess der Eisenerze zu Metall setzt sich wesentlich aus zwei Funktionen zusammen:

1. Der Reduktion der in den Erzen vorhandenen Sauerstoffverbindungen des Eisens;
2. Der Schmelzung der neben diesen Sauerstoffverbindungen vorhandenen Mineralsubstanzen aller Art.

Die Reduktion der Eisenoxyde geschieht im Hochofen vorwiegend durch das Kohlenoxyd und ohne Veränderung des Aggregatzustandes der Eisenerze, d. h. vor dem Schmelzen derselben. Man weiss durch Versuche, dass manche Eisenerze schon in relativ niederer Temperatur sich in Metall verwandeln, während andere einen bedeutenderen Wärmeaufwand und längere Zeit beanspruchen. Diese Schwierigkeiten der Reduktion nehmen zu, sobald vorhandene chemische Verbindungen der Eisenoxyde erst zerlegt werden müssen, ehe die Reduktion selber Platz greifen kann. Das Oxydulcarbonat z. B. muss seine Kohlensäure verlieren, ehe die Reduktion beginnen kann, das Silikat wird vermuthlich nur durch die bei hoher Temperatur eintretende Wirkung der festen Kohle zerstört.

Nur eine Verbindung der Eisenoxyde macht hierbei eine Ausnahme, es ist das Oxydhydrat. Der Wassergehalt desselben entweicht bei nicht zu hoher Temperatur und hinterlässt ein poröses Oxyd, das dem gasförmigen Reduktionsmittel das Eindringen und die Einwirkung erleichtert. Da die Untersuchungen von Tholander u. A. nachgewiesen haben, dass sich bei der Reduktion der Eisenerze durch Kohlenoxyd stets feste Kohle ausscheide und die veränderten Erzstücke imprägnire, so muss jedes poröse Erz sich besser reduciren lassen als jedes dichte.

§ 330. Die Reduktibilität der Eisenerze wird desshalb durch zwei Reihen von Einwirkungen verändert — einmal durch das Vorhandensein chemischer Verbindungen der Eisenoxyde (Eisenoxydul + Kohlensäure oder Kieselsäure, Eisenoxyd + Wasser, Eisenoxyd + Eisenoxydul) dann aber durch die mehr oder minder grosse Verdichtung des Gefüges. Während aus ersterem Grunde Magneteisen, Chromeisen, Franklinit, Titaneisen, Eisenoxydulcarbonat, Eisensilikat schwer reducirbare Erze genannt werden müssen (das Oxydhydrat macht wegen des leichteren Austreibens des Wassergehalts eine Ausnahme), verdient der Rotheisenstein die Benennung eines leicht reducirbaren Erzes.

Diese Unterscheidung wird in ihrer Schärfe dadurch getrübt, dass die zweite Reihe von Einwirkungen auf die Reduktibilität bei jeder Erzspecies sich geltend macht und namentlich das Verhalten des Magneteisensteins und des Rotheisensteins beeinflusst, wiewohl alle mineralogisch unterschiedenen Erzspecies dichte und feste Varietäten von verminderter Reduktibilität aufweisen.

Obwohl Messungen dieser Einwirkung bis jetzt nicht angestellt worden sind, so liegen dennoch eine Menge von Erfahrungen aus dem Hochofenbetrieb vor, welche gestatten, die Erze in dieser Hinsicht zu classificiren.

§ 331. Nach der Reduktibilität aufsteigend geordnet, würde die Erz- und Materialreihe wie nachstehend sein:

- Eisensilikat — Frischrohschlacken;
- Eisensilikat mit Eisenoxydoxydul — geröstete Rohschlacken, Frischgarschlacken;
- Natürliche Eisensilikate;
- Kieselige Eisenerze, Eisenkiesel, jaspis- und hornsteinartige Varietäten des Roth- und Brauneisensteins;
- Eisencarbonate, dichte und thonige;
- Eisencarbonate, krystallinische und krystallisirte;
- Magneteisensteine, derbe und unreine;
- Magneteisensteine, körnig-krystallinische;
- Eisenglanze und Eisenglimmer;
- Rothe Glasköpfe und dichte Rotheisensteine;
- Braune Glasköpfe und derbe Brauneisensteine — Rasenerze;
- Weiche und reiche Rotheisensteine (Sommorostro und Mokta);
- Weiche Brauneisensteine (Schmalkaldener und Erzberger Blauerze z. B.);
- Mulmige reine Brauneisenerze;
- Purple ore.

Da vergleichende Versuche mit den einzelnen Sorten nicht vorliegen, so konnte nur ganz im Allgemeinen eine Sonderung der auffallendsten Erzsorten, unter Namhaftmachen typischer Vorkommnisse stattfinden. Für manche specielle Fälle mag die Reihenfolge anders lauten; im Allgemeinen wird das Ganze wohl nicht anzutasten sein.

§ 332. Diese verschiedenen Grade der Reduktibilität werden weiter alterirt durch die Form des Erzes. Wegen der Nothwendigkeit, die reducirenden Gase des Hochofens auf eine möglichst grosse Oberfläche wirken zu lassen, werden die Erze eine bestimmte Stückgrösse nicht überschreiten dürfen. Wenn mehr oder minder complicirte Mischungen von Erzen die Hochofenbeschickung zusammensetzen, sind ein gewisser Grad der Zerkleinerung und die Gleichmässigkeit der Stücke, Mittel, um die Homogeneïtät in der ganzen Reaktion möglichst zu unterstützen. Man wird in der absichtlichen Zerkleinerung nicht zu weit gehen, da sonst das Durchdringen der hohen im Schmelzofen herunterrückenden Säule durch die Gase der zwischengelagerten Brennstoffe nicht ausreichend gleichmässig wird. Aus diesem Grunde verhalten sich Materialien, die in der Hitze zerspringen und zerstäuben, ganz ähnlich, wie Materialien, die von Hause aus kleinstückig oder gar lose und pulverig sind. Alle Bohnerze, alle Linsen- und Leinsamenerze (cf. S. 107 § 206), sowie alle mulmigen Erze (cf. S. 73 § 139) sind schliesslich nicht schlimmer, wie die decrepitirenden Erze, z. B. manche der gerösteten Spatheisensteine und das feste Aufeinanderliegen im Hochofenschacht beeinflussen die absolute Reduktibilität in solchem Maasse, dass kräftige Mittel angewandt werden müssen, um das theoretisch richtige Maass von Reduktionsfähigkeit auch praktisch zu erreichen. Die nähere Betrachtung des Hochofenbetriebes wird die Kenntniss einiger dieser Mittel bringen.

§ 333. Versuche, im Gegensatz zur Erzzerkleinerung eine Agglomeration loser Erze durch Einbinden in Kalk oder einem anderen geeigneten Mittel zu bewirken, haben nur in kleinem Maassstab vereinzelte Erfolge gehabt; der Grossbetrieb, dessen Bedürfnisse hier vor Allem berücksichtigt werden sollen, war nie in der Lage, dauernd derartige Processe einzuführen. Dieselben involviren bedeutende Ausgaben an Löhnen und Transportkosten und ergeben schliesslich doch nicht die absolute Sicherheit. Ein Theil dieses Mehraufwandes in anderer Weise z. B. in der besseren Qualität des Cokes, in der kräftigeren Anwendung der Gebläse, gestattet, jene Materialien betriebsgemäss zu verwerthen.

Ausser der in einer zweckmässigen Zerkleinerung liegenden mechanischen Vorbereitung der Materialien, kennt die Praxis auch eine chemische Vorbereitung, welche hauptsächlich bezweckt, die der leichten Reduktion hinderlichen Verbindungszustände der Eisenoxyde aufzuheben, ehe das Material dem Hochofen übergeben wird.

Durch diese Vorbereitung, welche weiter unten besonders behandelt wird, ist es möglich, Erze und Materialien von geringer Reducirbarkeit in solche zu verwandeln, die sehr leicht zu reduciren sind. Die bezüglichen Processe sind meist Röstprocesse, in einem Glühen oder Brennen der Materialien, ohne eintretende Schmelzung bestehend, und haben eine gesonderte Existenz dadurch erlangt, dass sie mit einem wohlfeileren Brennstoff und z. Th. in sehr viel umfänglicherem Betrieb sich ausführen lassen als im Hochofen selber möglich ist.

§ 334. Die Schmelzbarkeit der Eisenerze und der anderen metallgebenden Materialien oder die mehr oder minder leichte Verschlackung der neben den Eisenoxyden in den Erzen u. s. w. enthaltenen erdigen Bestandtheile bildet ein zweites Moment in der technischen Beurtheilung derselben. Die Verschlackung dieser Nebenbestandtheile beruht wesentlich auf der Bildung einer glasartigen Verbindung, eines Silikats, das mehrere Basen nebeneinander enthält und sehr wechselnde Zusammensetzung zeigen kann. Bei dieser Silikatbildung im Hochofen kommt es darauf an,

eine Schlacke herzustellen, deren Schmelzverhalten der Darstellung bestimmter Eisensorten günstig ist und

von dieser Schlacke der Quantität nach, ein Minimum zu fabriciren, da die an jedes nachweisliche Plus der Schlackenproduktion abgegebene Verbindungs- und Schmelzwärme einen Verlust an Brennmaterial, an Raum und oft an Zeit bedeutet.

Was zunächst das je nach Art des darzustellenden Eisens wechselnde Schmelzverhalten der Schlacke anlangt, so haben sich in der Praxis besondere Regeln ausgebildet, den Charakter der Schlacke willkürlich zu modificiren, sobald von einer Eisenqualität auf die andere übergegangen wird.

Dies vollständig auszuführen ist hier nicht der Ort, doch kann ohne dem nächsten Theil vorzugreifen, die mittlere Beschaffenheit einer Hochofenschlacke angedeutet werden, sowie die Veränderungen, welche dieselbe unter Umständen erleiden muss.

§ 335. Die chemische Untersuchung der meisten Hochofenschlacken zeigt, dass die Silikatstufen derselben zwischen

$$\left.\begin{matrix} \dot{R}_2 \\ \dot{Si}_3 \end{matrix}\right\} O_8 \text{ und } \left.\begin{matrix} \dot{R}_2 \\ \dot{Si} \end{matrix}\right\} O_4 \text{ für zweiwerthige Radikale } (Ca,\ Mg,\ Mn)$$

und

$$\left.\begin{matrix} R_2 \\ \dot{Si}_9 \end{matrix}\right\} O_{24} \text{ und } \left.\begin{matrix} R_2 \\ \dot{Si}_3 \end{matrix}\right\} O_{12} \text{ für sechswerthige Radikale } (Al)$$

liegen, dass aber die meisten der Cokeshochöfen den zweiten Typus

$$\left.\begin{matrix} \dot{R}_2 \\ \dot{Si} \end{matrix}\right\} O_4 \text{ oder } \left.\begin{matrix} R_2 \\ \dot{Si}_3 \end{matrix}\right\} O_{12} \text{ fabriciren.}$$

§ 336. Weiter zeigt dieselbe chemische Untersuchung, dass die Hochofenschlacken stets Doppelsilikate sind, welche einerseits Kalk, Magnesia, Mangan, andrerseits Thonerde vorwiegend enthalten. Gelegentliche Nachweise von Alkalien kommen nur bei einzelnen Hochöfen vor, erreichen nie ein bedeutendes Maass, können aber doch zur leichteren Schmelzung beitragen.

Was nun das gegenseitige Verhältniss der betheiligten Basen anbetrifft, so nahm man früher, vorwiegend auf Grund von Erfahrungen an den Holzkohlenhochöfen an, dass ein Silikat von

$$\begin{matrix} 56 & SiO_2 \\ 30 & CaO \\ 14 & AlO_3 \end{matrix}$$

und der Formel:

$$\left.\begin{matrix} 4\ Ca \\ Al \\ 7\ Si \end{matrix}\right\} O_{21} \text{ oder } 4\left(\left.\begin{matrix} Ca \\ Si \end{matrix}\right\} O_3\right) + \left.\begin{matrix} Al \\ Si \end{matrix}\right\} O_9$$

das Leichtflüssigste sei, was im Hochofen darstellbar.

Ein anderes Bisilikat, mit

$$\begin{matrix} 57 & SiO_2 \\ 26{,}53 & CaO \\ 16{,}24 & AlO_3 \end{matrix}$$

und der Formel:

$$\left.\begin{matrix} 3\ Ca \\ Al \\ 6\ Si \end{matrix}\right\} O_{18} \text{ oder } 3\left(\left.\begin{matrix} Ca \\ Si \end{matrix}\right\} O_3\right) + \left.\begin{matrix} Al \\ Si \end{matrix}\right\} O_9$$

welches Bruno Kerl, schwerverständlich! ein einfaches Bisilikat tauft (Grundriss der Allgem. Hüttenkunde 2. Auflage, S. 396) reiht sich den ersteren typischen Schlacken an, während ein Singulosilikat von

$$\begin{matrix} 40{,}09 & SiO_2 \\ 37{,}17 & CaO \\ 22{,}74 & AlO_3 \end{matrix}$$

und der Formel:

$$\left.\begin{matrix} 6\ Ca \\ 2\ Al \\ 6\ Si \end{matrix}\right\} O_{24} \text{ oder } 3\left(\left.\begin{matrix} Ca_2 \\ Si \end{matrix}\right\} O_4\right) + \left.\begin{matrix} Al_2 \\ Si_3 \end{matrix}\right\} O_{12}$$

als Typus der basischeren Schlacken bei den Cokeshochöfen angesehen wurde.

§ 337. Diese einfacheren Vorstellungen von der allgemeinen Form der Hochofenschlacken genügen vorerst, um zu zeigen, was mit einem Erz oder einem Erzgemisch zu geschehen hat, wenn es unter Zugrundelegung einer erfahrungsmässig richtigen Schlacke verarbeitet werden soll.

Selten nur wird das Erz in seinen Nebenbestandtheilen die gewünschten Verhältnisse zeigen, sondern meist wird der eine oder andere Schlackenbestandtheil überwiegen, so dass zur Herstellung jener Verhältnisse es erforderlich ist, fremde Substanzen zuzuschlagen.

Diese Zuschläge bestehen meist aus Gesteinsarten, seltener aus armen Erzen; sie sind entweder sauer oder basisch, seltener neutral und werden in sehr verschiedenem Maasse angewandt.

Obwohl man auf dasselbe Ziel, die Herstellung einer der Eisenqualität unter den vorliegenden verschiedenen Verhältnissen entsprechenden Hochofenschlacke hinarbeitet, so ergeben sich doch auch verschiedene Modificationen der Arbeit und der Resultate. Namentlich zeigt sich dies in den grösseren oder geringeren Wärmeaufwand bei der Bildung der Schlacke, in dem nothwendigen längeren oder kürzeren Aufenthalt der Beschickung im Hochofen.

Einige Erze schmelzen leichter als andere, sie absorbiren bei der Schlackenbildung weniger Wärme. Zu diesem anfänglichen specifischen Unterschied gesellt sich bei der Verarbeitung noch die Unmöglichkeit, in der Praxis in allen Fällen genau an der geeigneten leichtflüssigsten Schlacke festzuhalten. Man muss, um die Zuschlags- und damit die Schlackenmenge nicht zu sehr zu steigern, oft Abweichungen in der Schlackenzusammensetzung toleriren, wenn ein grosses Erzsortiment Einem nicht gestattet, in anderer Weise Remedur zu schaffen und einen Theil der Erznebenbestandtheile unter einander auszugleichen. Dann erscheinen Erze strengflüssig, die unter Benutzung grösserer Zuschlagsmengen vielleicht als leichtflüssigere gegolten haben würden.

§ 338. Ordnet man der Erfahrung gemäss die Erze nach der steigenden Leichtflüssigkeit, so ergibt sich nachstehende Reihenfolge:

Quarzige und hornsteinartige Erze;
Lettige und sandige Erze;
Thonige feste Erze (Sphärosiderite);
Kalkige feste Erze;
Thonige lockere Erze;
Erze mit theils sauren, theils basischen Bestandtheilen;
Erze mit Mangangehalt;
Manganreichere Erze.

§ 339. Ein weiteres technisches Classificationsmoment bietet der Gehalt an jenen Stoffen, welche für die Qualität des später erblasenen Eisens von Wichtigkeit sind, den sogenannten Parasiten. Besonders seit der grösseren Verbreitung des Bessemerprocesses und der anderen Methoden, Flussstahl und Flusseisen darzustellen, hat man sich gewöhnt alle Materialien auf Phosphor zu untersuchen und dessen Gehalt genau festzustellen. Die zahlreichen früher mitgetheilten Erz-Analysen lassen dieses Bestreben leicht erkennen und man beurtheilte die vorhandenen Erze, abgesehen von ihrem Metallgehalt und ihrem Schmelzverhalten nicht unwesentlich vorwiegend nach dem Phosphorgehalt.

Sollten sich die an den Thomas-Gilchrist'schen Process geknüpften Erwartungen voll und ganz erfüllen, was noch nicht übersehen werden kann — so wird man, wenn das gesammte Material nicht phosphorfrei, oder so phosphorarm ist, dass es ohne Weiteres zur ersten Qualität Roheisen verarbeitet werden kann, lieber auf phosphorreichere Erze recurriren, da die Entphosphorungsprocesse bis jetzt mit grösserem Gehalt an Phosphor besser zu verlaufen scheinen als mit geringerem.

Eine auf das technische Verhalten sich gründendes Verfahren, Eisenerze zu taxiren, welches A. Habets in Lüttich angegeben hat, wird auszugsweise im zweiten Band mitgetheilt werden — da hierbei Verhältnisse des Hochofens zu discutiren sind, die nicht hierher gehören.

3. Kapitel.

Vorbereitung der Erze.

§ 340. Die nach dem Vorhergesagten unter Umständen wünschenswerthe Vorbereitung der Erze zerfällt in zwei Arbeitsarten:

A. Mechanische Vorbereitung — Waschen und Zerkleinern.
B. Chemische Vorbereitung — Verwittern, Brennen und Rösten; Auslaugen.

Beide, besonders die Erstere, nehmen bei der technischen Behandlung der Eisenerze nicht im Geringsten den Rang ein, den sie bei den Erzen der übrigen Metalle haben. Die Eisenerze sind nicht werthvoll genug, um eine längere vorläufige Bearbeitung ertragen zu können und werden namentlich nur soweit gewaschen, als sich die Sache verlohnt.

A. Die mechanische Vorbereitung.

§ 341. Hier ist zunächst von dem Waschen der Eisensteine zu bemerken, dass dieser Process vorherrschend der Entfernung thoniger und sandiger Nebenbestandtheile gilt, welche Erzstücke oder Körner, wie sie in Trümmer-Lagerstätten auftreten, äusserlich verunreinigen und dieselben namentlich strengflüssiger machen.

Die Erze von Ilsede (S. 70, § 131), die Bohnerze an der Weser (S. 66, § 124), die französischen Bohn- und Linsenerze, das Rotheisensteingrubenklein der Lahnbezirke etc. werden solchen Waschprocessen unterworfen.

Die Ausführung aller dieser Waschmethoden beruht auf dem Princip eines möglichst rasch sich erneuernden Contaktes des Erzes mit Wasser, in mehr oder weniger einfachen oder auch complicirten Apparaten.

Rittinger sagt darüber in seinem Handbuch der Aufbereitungskunde 1867. S. 232:

„Setzt man einen Vorrath mit adhärirenden Theilchen einem Wasserstrome aus oder „bewegt denselben in ruhendem Wasser, so werden die an- und zusammenklebenden Theilchen „frei und schweben sodann im Wasser. Noch früher tritt diese Wirkung ein, wenn man beide „Auflösungsmittel gleichzeitig anwendet, also den Vorrath in einem Wasserstrome auf irgend eine „Weise in lebhafte Bewegung setzt.“

Die Ausführung dieser Arbeiten geschieht in einfacheren und complicirteren Apparaten, je nachdem die Umstände dies vorschreiben und gestatten.

§ 342. Der einfachste Apparat ist die Wasch- oder Läuterrinne, welche Rittinger (a. a. O. S. 233) beschreibt und welche mit einer Classirvorrichtung unmittelbar verbunden sein kann, wie dies die Zeichnungen 110 *a—e* des Rittinger'schen Atlasses darlegen. Das Classiren kommt bei den Eisenerzen nicht in der Ausdehnung vor wie bei den Erzen der anderen Metalle — desshalb gestaltet sich der Apparat noch einfacher und nur bei Grubenklein-Verwaschen würde von dem angehängten Classirapparat Gebrauch gemacht werden. Doch wird gegenwärtig dieses Erz nicht auf Rinnen oder Gefludern gereinigt, sondern in Trommeln, wie weiter unten gezeigt werden soll.

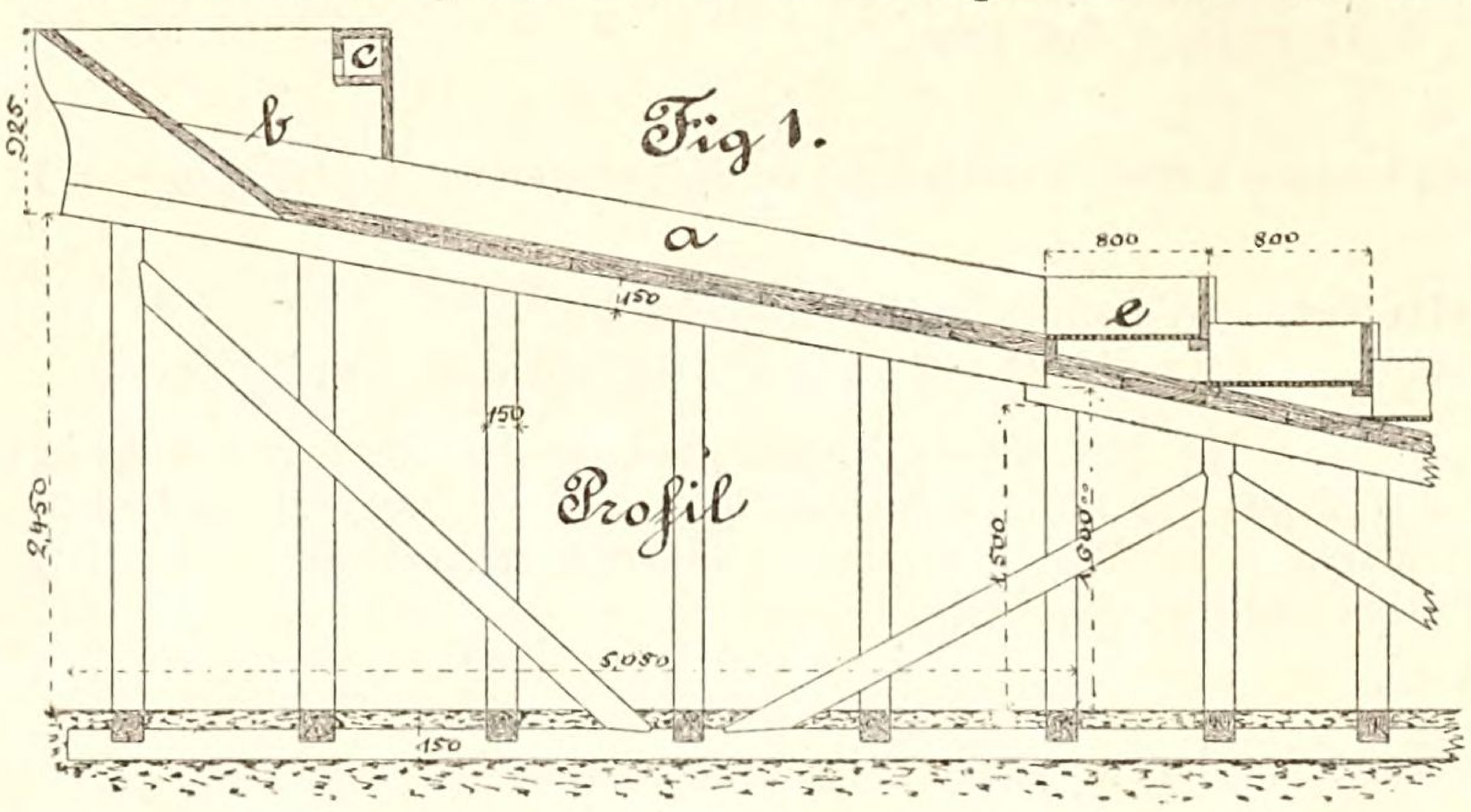
Die Bewegung der Erze in diesen Läuterrinnen erfolgt mittelst eiserner Krücken, welche zu beiden Seiten der Rinne stehende Arbeiter handhaben. „Die Zahl dieser Arbeiter, sowie die Geschwindigkeit des Vorschiebens richtet sich nach der Beschaffenheit des Vorraths,“ sagt Rittinger, „es muss darauf gesehen werden, dass an das untere Ende der Läuterrinne keine Stücke gelangen, an welchen noch feinere Theile festkleben.“

Der Bau einer solchen Läuterrinne wird durch die beifolgenden Fig. 1 und 2 charakterisirt, in welcher *a* die Rinne, *b* der Vorrathskasten, *c* die Zuleitungsrinne des Waschwassers, *d* die Bühnen für die Arbeiter bezeichnen, sowie *e* das erste der in Verbindung mit der Wäsche gebrachten Reibsiebe.

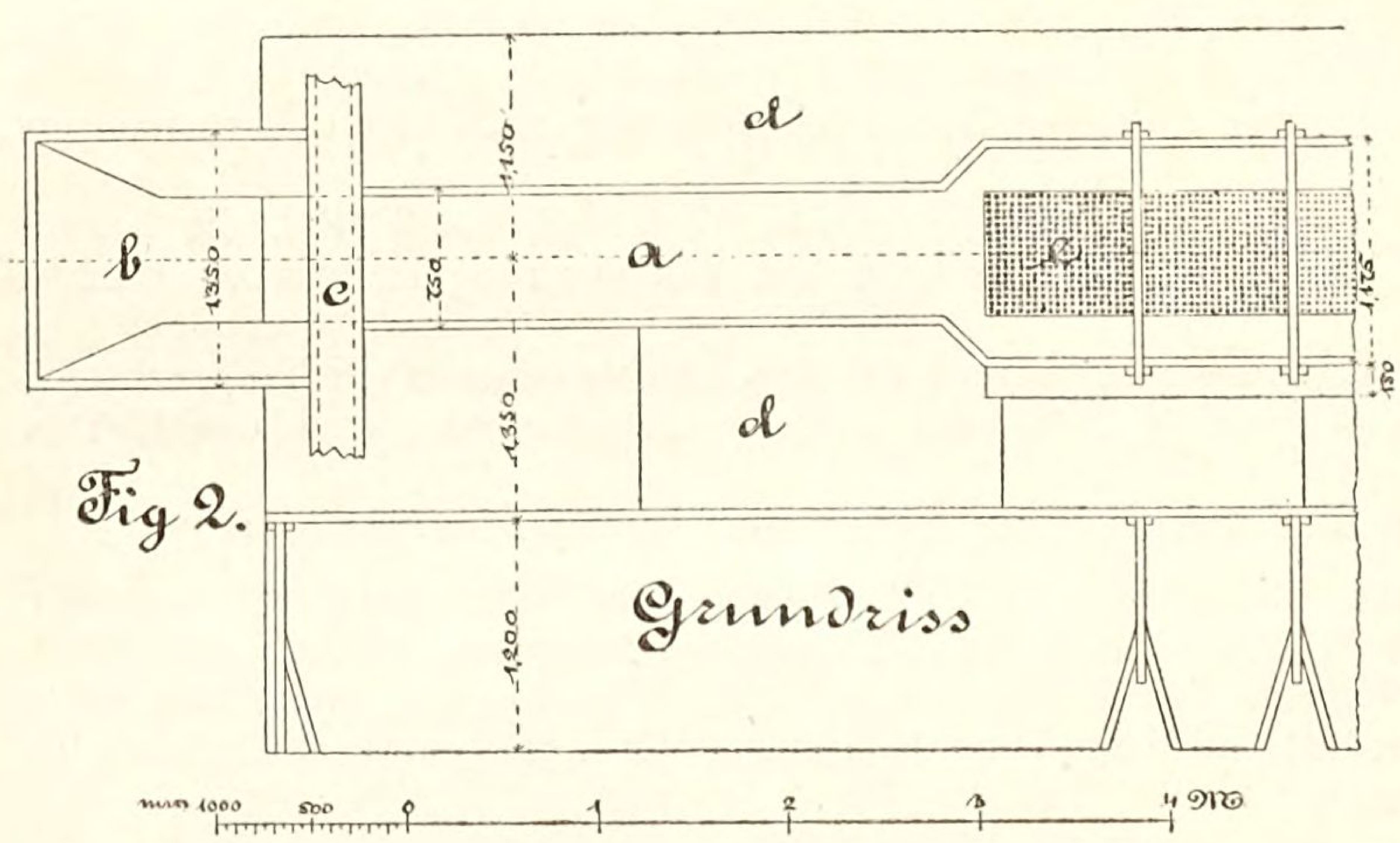
Die Construktion des ganzen Aufbaues ist aus der Skizze ohne Weiteres verständlich und ist lediglich Zimmerarbeit, da nur die Reibgitter aus Metall construirt sind. Die Weite der Oeffnungen in Letzteren richtet sich natürlich ganz nach der Beschaffenheit des Erzvorrathes und ist a priori nicht festzustellen.

Der Effekt einer solchen Wäsche lässt sich durch Besprengen oder Berieseln mit Wasser, das in einer Leitung über dem in der Rinne lagernden Vorrath entlang geführt wird, wesentlich steigern; natürlich unter gleichzeitiger Vergrösserung des Wasserverbrauchs.

§ 343. Auch ein längeres Verweilen des Vorraths im Wasser trägt zur besseren Abscheidung der an den Stücken hängenden Letten- und Staubpartieen bei. Man kann diesen vergrösserten Contakt hauptsächlich dadurch hervorrufen, dass man in der Wasch- oder Läuterrinne kleine Scheider anbringt, welche ebensoviele Tümpel herstellen, in denen Erz und Wasser beliebig lange belassen werden können. Dadurch, dass man diesen Scheidern die Form einer stumpfwinkligen Schwelle gibt, welche nach der oberen Seite flach, nach der unteren steiler geneigt ist, erleichtert man die Weiterbewegung des Erzvorrathes.



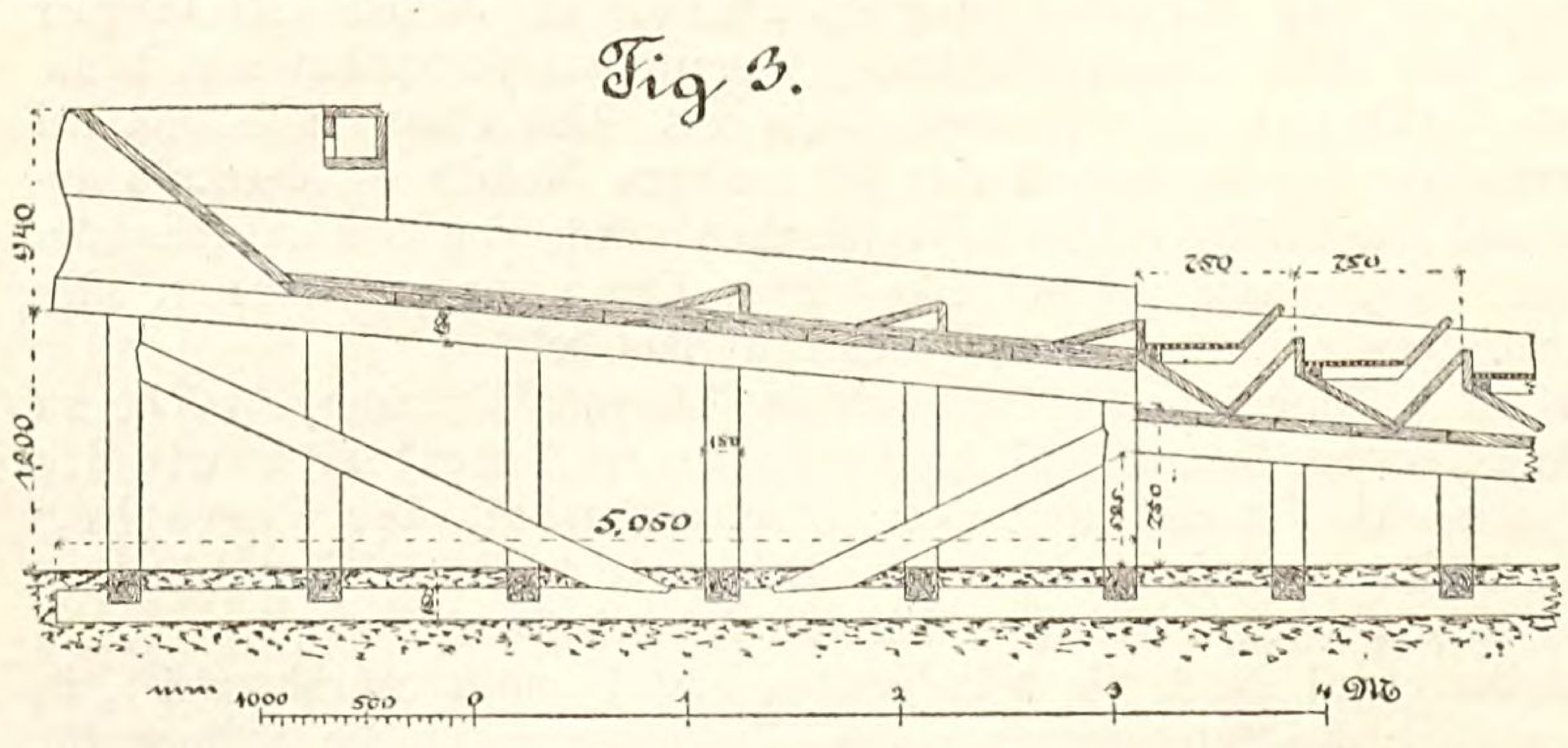
Die nachstehende Fig. 3 verdeutlicht nach Rittinger die Anordnung einer solchen Waschrinne.



Auch eine Verminderung des Neigungswinkels der Rinne von 10° auf 5° führt zu einem längeren Contakt von Wasser und Erz, doch wird dieser Vortheil aufgewogen durch eine grössere Summe von Handarbeit, welche das Voranbewegen des Erzes erfordert.

Der Wasserverbrauch schwankt für diese primitiven Wäschen zwischen $^1/_4$ und $^1/_2$ km per Minute und die Leistung selber beträgt stündlich 1000 bis 10000 Kilos Waschgut. Das genannte Maximum wird nur bei wenig lettigem Erz und unter Benutzung von vieler Arbeitskraft erreicht.

§ 344. Um die kostspielige Menschenarbeit etwas bei dieser Wäsche zu ersetzen, wendet man einfache Rührapparate an, welche anfänglich direkt in die Läuterrinne gehängt wurden, wie es Fig. 4 und 5 zeigen.



Die Rinne wird in diesem Fall trogartig und heisst desshalb bei Rittinger Rührtrog und ihre Wände sind der Axe der Welle concentrisch gebildet. Die Letztere wird mittelst Kurbel und Lenkerstange hin und her gedreht und diese Bewegung, in Verbindung mit der Neigung des Trogs bringt ein allmäliges Vorwärtsrücken des Vorraths hervor.

§ 345. Von dieser Art Eisensteinwäschen haben besonders die Franzosen schon frühzeitig Gebrauch gemacht, um ihre Bohnerze zu reinigen und in den Lehrbüchern von Walter de St. Ange, Flachat u. A. sind Zeichnungen und Anschläge solcher Wäschen, mit Pochwerken combinirt, mitgetheilt.

Durch schräg gestellte wurfschaufelartige Rührarme und durch dazwischen normalgestellte Bügel werden die Erze in einem cylindrischen Trog mit einer Wasserportion derart herumgeschüttelt, dass sie in kurzer Zeit ihre Unreinigkeit abgeben.

Ueber den Betrieb dieser Wäschen wird den genannten Schriftstellern Nachstehendes mitgetheilt:

Ein solcher Apparat wird gewöhnlich mit einem Motor von 16 Pferdekraft bewegt, wovon aber in der Regel nur 10 Pferdekräfte beansprucht werden. Ein solches Poch- und Waschwerk, was Frcs. 12000 gekostet hatte, wusch in 20 Stunden aus 120—140 km rohem Erz 41 km reines Erz heraus.

Die Kosten der Arbeit betrugen für den Kubikmeter Erz = 1600 Kilos:

an Löhnen	Frcs. 0,90
an Generalien . . .	„ 0,40
	Frcs. 1,30 oder Frcs. 0,82 pro Tonne = 66 Reichspfennig.

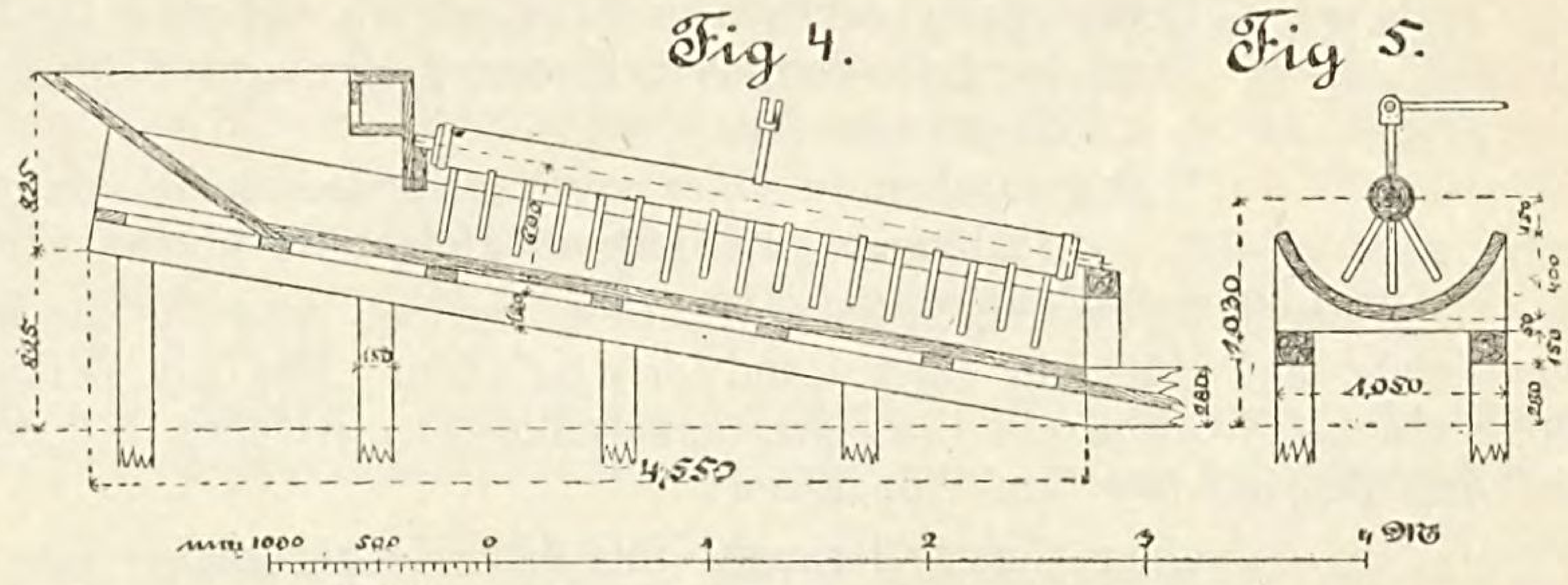
Da eine andere Angabe Frcs. 0,93 lautet, so dürfte der Mittelkostenpreis mit Frcs. 0,87 nicht zu hoch gegriffen erscheinen; das rohe Erz selber kostete pro Tonne Frcs. 2,20 loco Wäsche. Da 2,4 Tonnen Roherz zu 1 Tonne Wascherz erforderlich waren, kam das Roherz im Ganzen Frcs. 5,28 und das fertige Frcs. 6,21 (Flachat, Barrault, Petiet, Fabrication du Fer. p. 114).

§ 346. Das auf Tafel I mitgetheilte Erzpoch- und Waschwerk repräsentirt ziemlich den Typus solcher Anlagen, wie sie früher an stärkeren Wasserläufen angelegt und mit reichlichem Wasseraufwand betrieben worden sind.

Die Bewegung erfolgt mittelst eines Wasserrades, dessen Welle ein Zahnrad zur Uebertragung der Bewegung auf die Wellen der Pochhebedaumen und der Waschtröge trägt.

Die erstere, die Daumenwelle ist mit vier Reihen von sechs Daumen (von der gewöhnlichen Abwicklungsfläche begrenzt) besetzt, welche die sechs zwischen zwei festen Säulen stehenden Stempel bewegen. Die Schuhe derselben (Detail in Fig. 11) sind von Eisen und arbeiten hinter einem Rost von einzelnen Stäben (Detail in Fig. 10) der die Trübe ohne Weiteres durchlässt, welche mit den Trüben der Waschtröge in einen Sumpf abfliesst, in welchen auch das gepochte Erz gelangen kann.

Fig 4. Fig 5.



Die Welle der beiden Tröge ist gemeinschaftlich, ziemlich stark und mit schiefgestellten Schaufeln (Detail in Fig. 13), sowie mit bügelartig gebogenen Eisenstangen zum besseren Umkehren der eingeschütteten Erze besetzt. Ein besonderes Gefluder für jeden Trog aus dem die ganze Anlage speisenden Aufschlag-Wasserreservoir führt reines Wasser zu, während die Trübe durch eine mit einer Klappe versehene Oeffnung des Troges (Detail in Fig. 6) abgelassen werden kann.

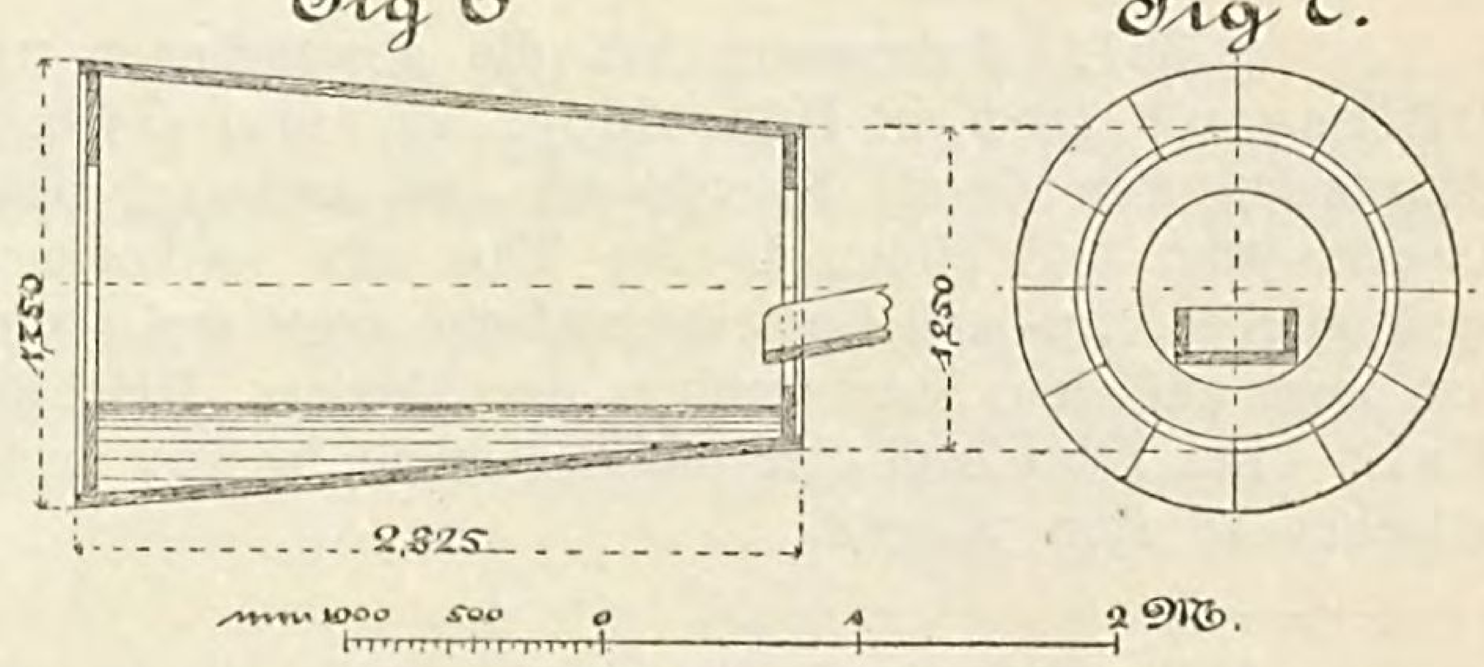
Tafel I enthält in Fig. 1 Längenschnitt;
„ 2 Grundriss der Anlage, während die
„ 3, 4 und 5 die Detailanordnung des Pochwerks,
„ 6 die Construction eines der beiden Tröge,
„ 7 die mit Schleussen versehenen drei Gefluder,
„ 8 den zwischen den beiden Trögen liegenden Theil der Anlage darstellen.

In den Figuren 9—13 sind einzelne Details im doppelten Maassstab wiedergegeben, die einer besonderen Erläuterung nicht bedürfen.

§ 347. Die einzelnen Theile eines Erzvorrathes lassen sich, in Wasser eingetaucht, auch durch eine Bewegung des Behälters selbst, in dem sie sich befinden in continuirliche Bewegung setzen und kann die Gefässbewegung eine hin- und hergehende oder eine drehende sein.

Um grössere Vorräthe, wie sie bei den Eisenerzen vorkommen, zu waschen, ist ein hohler Cylinder oder Conus wie er in Fig. 6 und 7 dargestellt ist, am Geeignetsten.

Fig 6 Fig 7.



Durch innere Kränze an beiden Enden wird in einer solchen Waschtrommel ein gewisser Wasservorrath zurückgehalten und durch das Drehen derselben um ihre Axe wird das Erz wiederholt gehoben und stürzt immer von Neuem in das Wasser zurück, bei welcher kollernden Bewegung das Ablösen der Unreinigkeiten rasch und sicher vor sich geht.

Ist die Axe der Trommel geneigt, oder ist die Trommel conisch, so rückt das Erz allmälig von einem Ende der Trommel nach dem anderen und kann mittelst passender Austragungsvorrichtungen aus der Trommel geführt werden.

§ 348. Man bevorzugt die conische Gestalt der Trommeln vor der schräggelegten cylindrischen, weil sie die horizontale Lage der Axe und in Folge davon eine bequemere Bewegungstransmission gestattet. Es werden indess auch cylindrische Trommeln angewandt, deren Innenfläche dann mit schraubengangartigen Führungen von Blech besetzt ist, welche das Voranrücken der Vorräthe bewirken. Rittinger sah die Herstellung eines solchen Schraubenganges als umständlich und kostspielig an; dennoch hat diese Construktion bei der Eisensteinswäsche späterhin mannigfache Verwendung gefunden — namentlich in den westlichen Provinzen Deutschlands und speciell den Anlagen, welche die Gesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz für namhafte Besteller ausgeführt hat.

Eine solche Vorrichtung beschreibt Wedding ausführlich nach den Angaben des Direktors Neuerburg in seiner Eisenhüttenkunde I. (S. 512 u. ff.) und ebendaselbst (S. 515) eine transportable Wäsche derselben Fabrik.

Auf diese vollständigen Beschreibungen kann hier umsomehr verwiesen werden als bei der Einrichtung solcher Anlagen der Hüttenmann selten direkt eingreift, sondern es dem Fabrikant derartiger Specialitäten überlassen muss, nach vielseitiger Erfahrung und eventuell nach Anstellung von Versuchen den Plan zu machen.

§ 349. Die Grundzüge der Verarbeitung sind:

Mengen des Erzes, eventuell mit Wasser, in einem Gerinne mit siebartig durchlöchertem Boden;

Vorwaschen in einer Vorwasch-Trommel, welche mit schraubenartig disponirten Schaufeln versehen ist;

Uebertragen durch einen perforirten Cylinder in die Fertigwasch-Trommel, wobei der in der Vorwasch-Trommel erzeugte Schlamm in ein Gefluder zwischen beiden Trommeln fällt;

Fertigwaschen in einer zweiten Trommel mit entgegenlaufendem Wasserstrom, der die Schlämme mitnehmend, gleichfalls in das vorige Gefluder gelangt.

Hiermit ist das eigentliche Waschen beendet, was für die meisten Eisenerze genügt, namentlich, wenn Grube und Hütte in einer Hand sich befinden. Für das Verkaufen des Erzes kann es vortheilhaft sein, an diese Wäsche ein Classiren anzuschliessen, welches bei dem von Wedding mitgetheilten Beispiel den Betrieb von fünf Apparaten:

einer Classir-Trommel mit drei Korngrössen;
dreier kleineren Wasch-Trommeln und
eines Klaubetisches

umfasst, die Bewegungsmechanismen natürlich ausgeschlossen.

§ 350. Da bei sinkenden Eisen- resp. Erzpreisen die Kosten der Aufbereitung vermindert oder ganz gestrichen werden müssen, da andererseits in guten Zeiten auch weniger reine Erze Abnehmer finden, wenn sie nur billig abgegeben werden, so ist das Eisensteinwaschen von beschränkter Anwendbarkeit und nur da bedeutend, wo ganz erhebliche Werthssteigerungen der Eisenerze erreicht werden.

Zur Illustration der Betriebsverhältnisse mag angeführt werden, dass nach dreijährigem Durchschnitt die Waschkosten auf der von Wedding beschriebenen Wäsche M. 1,56 pro 1000 Kilos betrugen. Rechnet man (Amtliche Statistik — Preuss. Zeitschrift Bd. XXV. Statistik S. 137) den Werth der Förderung selbst = M. 10 pro 1000 Kilos, so erhält man eine Werthssteigerung von 15,6/₀₀ als erforderliches Aequivalent der Wäschekosten.

Während oftmals eine derartige Werthssteigerung durch blosses Waschen hervorzubringen, fragwürdig erscheint, kann unter anderen Umständen ein noch complicirteres also kostspieligeres Verfahren günstige Resultate liefern.*)

§ 351. Jedermann hat die gewaschenen und aufbereiteten Eisensteine aus der Lahn- und Dillgegend 1880 in Düsseldorf zu sehen Gelegenheit gehabt. Diese Produkte resultiren aus der Separation von durch Eisenkiesel und anderen Beimischungen verunreinigten Theilen der dortigen Lagerstätten und bilden in der That ein vollkommen verkäufliches Schmelzmaterial, während die ursprünglichen Erz- und Gesteinsgemische arme und strengflüssige Bergprodukte waren. Aus diesem Grund hat man auf den Staatsgruben des Reviers Dillenburg durch die Aktiengesellschaft Humboldt in Kalk eine Wäscheeinrichtung erbauen lassen, welche weit complicirter ist als sonst Eisensteinswäschen zu sein pflegen.

*) Huet & Geyler in einer Abhandlung über die neuere Erzaufbereitung (Paris, Lacroix) führen an, dass die Kosten der Aufbereitung

bei Eisenerzen . . . Frcs. 0,20
bei Manganerzen . . „ 9,65 pro Tonne betragen.

Danach wären die von Wedding u. A. angegebenen Kostenbeträge enorm hoch.

Die Arbeit besteht in nachstehenden Operationen:

Zerkleinern in einem Steinbrecher bis 25 mm;
Passiren einer ersten Classir-Trommel mit 11—16 mm Perforirung, wo drei Produkte resultiren;
Walzen der beiden gröberen Produkte und Zurückgabe an die erste Classir-Trommel;
Passiren des dritten Produkts durch drei nach einander folgende Classir-Trommeln mit resp. 5,6 und 8 mm, 2,8 und 4 mm, 1,4 und 2 mm Perforirung.
Setzen der einzelnen Grössen auf 12 Setzsieben mit den oben mitgetheilten Maschengrössen.

Der Gegensatz dieser Wäschen, über deren Resultate officielle Mittheilungen noch nicht vorliegen, zu den einfacheren Bohnerzwäschen wird recht augenfällig durch die auf den Schlusstafeln dieses Bandes dargestellten Wäschen von Flensungen und Grünberg, welche ebenfalls aus den Ateliers des Humboldt in Kalk hervorgegangen sind und sich bereits praktisch bewährt haben.

Man gewinnt hierbei gleichzeitig eine Anschauung von der Bauanlage einer solchen Aufbereitung.

§ 352. Auf Tafel XXXVIII ist eine Zusammenstellungs-Zeichnung einer Eisensteinwäsche gegeben, welche der Schalker Gruben- und Hütten-Verein zu Flensungen hat erbauen lassen. Diese Zeichnung, welche der Zuvorkommenheit der Aktiengesellschaft Humboldt zu verdanken ist, giebt in Fig. 1 den Aufriss der Wäsche, in Fig. 2 den Grundriss, in Fig. 3 und 4 Querprofil und einen Theilaufriss, während Fig. 5 die bauliche Construktion des Ganzen darstellt.

Wie man sieht, wird das Erz zunächst durch einen Aufzug mit Gegengewicht gehoben und über einen Rätter von 50 × 50 mm Oeffnungen in die grosse Waschtrommel geschüttet, in welcher ein Strom Wasser dem Erz entgegenfliesst. Aus diesem Hauptapparat gelangt die Trübe in ein besonderes Gefluder, während das Erz durch zwei Führungen in eine an der Waschtrommel befestigte Siebtrommel mit 20 mm Löchern gelangt, aus welcher es auf den Klaubetisch fällt, wo die tauben Stücke ausgelesen werden. Eine Kreiselpumpe wird, wie Aufzug, Trommel und Klaubtisch von der Maschine aus bewegt.

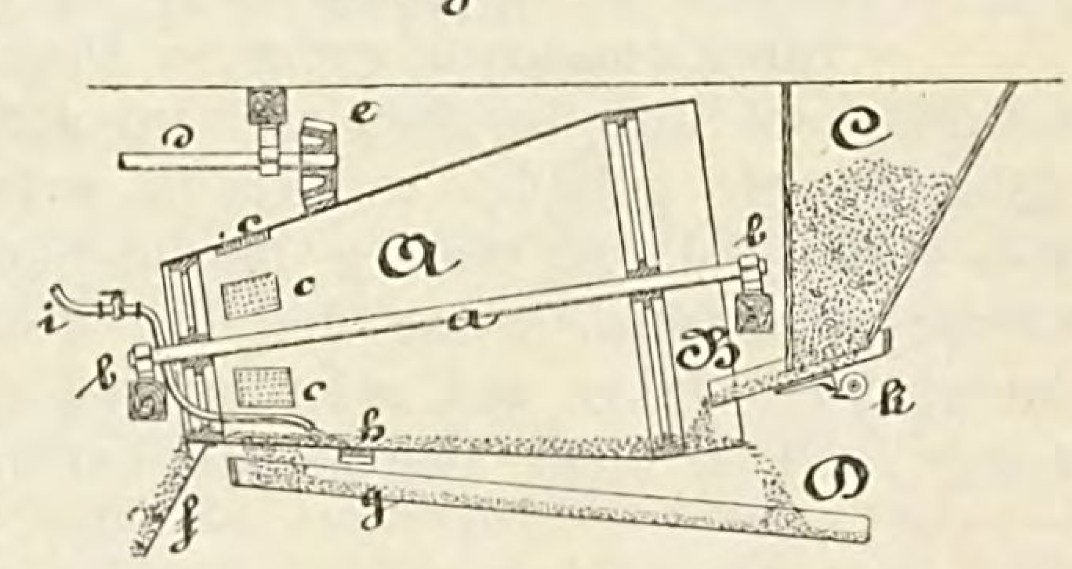
Daten über Kosten etc. sind nicht gegeben worden.

Späterhin ist für die Trübe und der Waschtrommel eine besondere zusätzliche Anlage in einem Anbau gemacht worden, bestehend aus einer Siebtrommel mit 3 mm Oeffnungen und einer Reihe Setzsieben.

§ 353. Tafel XXXIX enthält eine von derselben Fabrik für die Bergwerksgesellschaft Germania construirte Wäsche, welche etwas mehr Complication zeigt, aber ohne Weiteres verständlich ist.

Mittelst doppeltwirkenden Aufzugs gelangt das Erz auf das oberste Niveau, wird in einen Wipper gefahren, umgestürzt und rollt in die grosse Waschtrommel, passirt dieselbe und wird in einer besonders bewegten Siebtrommel mit 20 mm Löchern getrocknet und gelangt dann auf den Klaubetisch. Die Trübe aus der Waschtrommel und die aus der Siebtrommel gelangen jede für sich in eine Siebtrommel von 3 mm Löchern; die resultirenden Graupen 3—20 mm gross rollen aus beiden Trommeln direkt in die zur Aufnahme bestimmten Waggons und die Schliche können für sich auf Setzsieben weiter verarbeitet werden, sobald die Arbeit vortheilhaft erscheint.

Fig. 8.



Auf Tafel XL endlich, ist die neuerbaute Wäsche der Berg-Inspektion zu Dillenburg in der Bauzeichnung zum Theil wiedergegeben, welche, wie eine ebenfalls von der Gesellschaft Humboldt in Kalk ausgeführte Wäsche in Othfresen, vollkommenere Separationsvorrichtung zeigt, desshalb aber vielleicht nicht für alle Verhältnisse anzulegen sich empfiehlt.

§ 354. Das Thema der Eisenerzwäschen kann am besten durch die Mittheilung noch einer einfachen Wäschevorrichtung von Austruy, welche Kerpely in seinem Pariser Ausstellungsbericht (S. 143) nach einer Mittheilung der Oesterr. Zeitschrift wiedergegeben hat und welche Fig. 8 wiedergibt, geschlossen werden.

Es ist eine einfache schräg aufgehängte konische Trommel *A*, in welche aus dem Schütttrichter *C* ein Erzvorrath mittelst der Rinne *B*, welche durch den Rüttelapparat *K* bewegt wird, gelangt.

Die Trommel an der schrägliegenden Welle *a* befestigt, bewegt sich in den Lagern *b b* und hat an ihrem schwächeren Ende acht Sieböffnungen *c c c*, durch welche die letzten Theile der Trübe in das Gefluder *g* entweichen. Die Bewegung der Trommel erfolgt von der Welle *d* aus durch das Getriebe *e*, welches auf einem Zahnkranze *h* der Trommel arbeitet. Das durch das Rohr *i* eintretende helle Wasser läuft bei *d* wieder ab und vereint sich mit dem Rest der Trübe im Gefluder *g*. Das gewaschene Erz dagegen verlässt die Trommel und stürzt bei *f* in die untergefahrenen Vehikel oder eine Hebevorrichtung.

Der Betrieb der Trommel soll einschliesslich des Hebens der gewaschenen Erze auf 10 m Höhe 6 Pferdekräfte erfordern und es sollen pro Stunde 10000 Kilos Roherz verwaschen werden, bei einem durchschnittlichen Aufenthalte des Materials in der Wäsche etc. von 10 Minuten.

Einen anderen einfachen Wäsche- und Sortirapparat von Taylor empfohlen, findet man in Grothe's Polytechnischer Zeitschrift 1878, S. 450 und daraus in Kerpelys Berichten 15. Jahrgang 1880. Es wird hier auf die Quelle verwiesen.

B. **Die chemische Vorbereitung der Eisenerze.**

§ 355. Wie anfänglich erläutert, kann die chemische Erzvorbereitung bestehen in:
- Abliegen, Verwittern der Erze,
- Brennen und Rösten derselben,
- Auslaugen.

Von diesen Operationen ist nur die zweitangeführte von allgemeinerer Bedeutung, besonders für die Verhältnisse des Grossbetriebs. Das Abliegen und Verwittern sowie das Auslaugen sind Vorgänge von beschränkter Anwendbarkeit, da sie mehrere Faktoren beanspruchen, deren ökonomische Bedeutung sehr wechselt und oftmals dem Resultate der Operation nicht entspricht. Raum und Zeit, neben einem Mehrbetrag an Transportkosten und Löhnen haben nur in primitiven Verhältnissen einen ausreichend niederen Werth.

Abliegen und Verwittern.

§ 356. Das Abliegen und Verwittern hat bei den Eisenerzen den Zweck, durch Oxydation des Oxyduls zu Oxyd unter theilweiser Bildung des Hydrats, die Kohlensäure auszutreiben und das Erz indirekt reicher zu machen. Auch Schwefelmetalle, die in dem Eisenerze auftreten, kann man durch Abliegen und Verwittern in Vitriole verwandeln, die sich dann auswaschen lassen.

In Verbindung mit Waschprocessen oder auch mit einfacher Berieselung liefern die Verwitterungsprocesse noch immer die besten Resultate. Auch die Combination mit einem Röstprocess ist möglich, doch meist nur in kleineren Verhältnissen. Wedding (Eisenhüttenkunde 21. Abtheilung S. 504 ff) bespricht das Verwittern und Auslaugen sehr ausführlich und gehen hieraus folgende Grundzüge hervor.

Kupferhaltige Spatheisensteine haben beim Verwittern und Auslaugen von 1,238/$_{00}$ *S*, 1,071 durch reines Wasser — 1,079 durch Wasser und Kochsalz verloren, während der 0,638/$_{00}$ betragende *Cu*-gehalt beim Auslaugen gerösteten Erzes durch den Kalkgehalt desselben fast vollständig gefällt wurde. (Versuche von Lüders in Mägdesprung.)

Einigermaassen grössere Dimensionen nimmt die Verwitterungsarbeit auf den Oesterreichisch-schlesischen Hüttenwerken an, wo auf einem gepflasterten Erzplatze durch Dämme von 0,95—1,26 m Höhe Sümpfe gebildet werden in welche man die Erze schüttet (1,26—1,58 m hoch). Abends lässt man 0,32—0,63 m Wasser in die Sümpfe treten; dasselbe durchzieht die Haufen und wird Morgens wieder abgelassen, sodass den Tag über Sonne und Luft an dem Erz arbeiten können. Diese Operation dauert 2—3 Jahre und erfordert bei grossen Vorräthen ein bedeutendes Areal und eine grosse Wassermenge, welche nicht überall zur Verfügung steht.

Das Rösten der Eisenerze.

§ 357. Die bei der technischen Classification erhobenen Gründe für die chemische und physikalische Vorbereitung der Eisenerze lassen erkennen, dass der Zweck des Röstens sein kann:
- Auflockern der Textur mancher sehr dichter Erze,
- Austreiben der Kohlensäure und des Wassers,
- Oxydation des Oxyduls zu Oxyd,
- Entschwefelung.

Alle diese Vorgänge kommen einzeln und zusammen vor und natürlich auch in verschiedenem Maasse, doch sind es hauptsächlich zwei praktische Fälle, die in Frage kommen:
- Rösten der Magneteisensteine,
- Rösten der Spatheisensteine und Sphärosiderite.

Bei jeder dieser beiden Aufgaben kommen mehrere obiger Vorgänge zusammen, wesshalb man bei ihrer Betrachtung volle Gelegenheit hat, diese Vorgänge kennen zu lernen.

Die Form und Bauart, sowie die Grösse und der Betrieb der Apparate kommt hierbei erst in zweiter Linie in Betracht, da jeder der beiden Fälle in dieser Hinsicht grossen Spielraum gestattet.

Da das Rösten der Spatheisensteine und Sphärosiderite den vollkommenen Process d. h. den an verschiedenen Phasen reichsten darstellt, so soll derselbe hier zuerst betrachtet werden.

Rösten des Spatheisensteins und der Sphärosiderite.

§ 358. Der Spatheisenstein und die Sphärosiderite haben die Eigenschaft beim hinlänglichen Erhitzen an der Luft oder in einem mit Luft durchzogenen Ofenraum die Kohlensäure dauernd zu verlieren und sich gleichzeitig zu oxydiren. Je nach der Behandlungsweise, der Temperatur und der Contaktfläche zwischen Luft und Erz schreitet die Oxydation mehr oder weniger voran und es bilden sich verschiedene Combinationen von Eisenoxydul und Eisenoxyd.

Gewöhnlich entsteht das Magnetoxyd $\left.\begin{matrix}Fe\\ \mathit{Fe}\end{matrix}\right\} O_4$ und das Erz hat dann eine schwarze Farbe erhalten.

Diese wird alterirt, wenn das Oxydulcarbonat schon zum Theil in Oxydhydrat übergegangen war, welches sich beim Glühen in wasserfreies Oxyd verwandelt.

Bei diesen Umwandlungen ist immer, dem Begriff des Röstens entsprechend, eine Erhitzung ohne Schmelzung vorausgesetzt.

Jede, wenigstens vorzeitige, Schmelzung gibt eine Verminderung der Oberfläche und hebt sehr bald jede zerlegende und oxydirende Wirkung auf.

Bei noch höherer Temperatur und unter reichlicher Luftzuströmung wird das Oxydulcarbonat vollständig zu Eisenoxyd und hat dann die entsprechende blaurothe Färbung; doch tritt dieser Fall in der Praxis selten ein, weil die Schmelzbarkeit des Erzes dem im Wege ist. Die S. 118—120 mitgetheilten Analysen gerösteter Siegener Späthe lassen nicht erkennen, wie weit die Oxydation des Eisenoxyduls vorangeschritten ist.

§ 359. Nachdem Lüders in Mägdesprung (B. und H. Zeitung 1860, S. 9) gezeigt, dass $FeCO_3$ auch in einer Atmosphäre von Co_2, sich in $\left.\begin{matrix}Fe\\ \mathit{Fe}\end{matrix}\right\} O_4$ und Co umsetzt, ist aus der Gleichung

$$3\ FeCO_3 = \begin{matrix}FeO\\ FeO_2\end{matrix}\Bigg| \begin{matrix}CO\\ O\end{matrix}\Bigg|\ 2\ CO_2 = \left.\begin{matrix}Fe\\ Fe\end{matrix}\right\} O_4 + CO + CO_2$$

ersichtlich, dass nur ein Drittel der aus dem Erz ausgetriebenen Kohlensäure durch zwei Drittel des vorhandenen Eisenoxyduls reducirt zu werden braucht um die gewünschte Verwandlung in Eisenoxydoxydul zu bewirken.

Dieses erste Stadium der Veränderung wird bei nicht sehr hoher Temperatur vor sich gehen, da erfahrungsmässig die Kohlensäure des Oxydulcarbonats bei schwacher Rothgluth bereits entweicht und die Aufnahme des Sauerstoffs zur Bildung von $\left.\begin{matrix}Fe\\ \mathit{Fe}\end{matrix}\right\} O_4$ einen doppelt so hohen Wärmeeffekt entwickelt als die weitere Oxydation von $\left.\begin{matrix}Fe\\ \mathit{Fe}\end{matrix}\right\} O_4$ zu $\mathit{Fe}O_3$*). Desshalb beansprucht die letztere, vollkommenere Oxydation, auch einen weit grösseren Wärmeaufwand — resp. stärkere Luftzuführung und wird gewöhnlich nicht ausgeführt.

Man begnügt sich mit der Austreibung der Kohlensäure, der hierbei stattgefundenen Oxydation des Oxyduls und der theilweisen Entfernung des Schwefels, sobald die Erze eingesprengte Schwefelmetalle aufweisen.

Dieser Vorgang ist umso vollständiger, je länger die Röstung dauert; die Vertheilung des Schwefelmetalls in der Erzmasse ist natürlich ein grosses Hinderniss der vollständigen Entschwefelung, die man auch nie erreichen will. Man wird Schwefeleisen und Schwefelkupfer wohl z. Th. in Oxyde verwandeln, Schwefelblei und Schwefelzink bilden meist Sulfate. Der Kalkgehalt der Erze, durch starke Röstung z. Th. kaustisch geworden, gibt zur Gypsbildung Veranlassung, so dass doch stets ein Rückhalt an Schwefel im gerösteten Erz zurückbleibt, mit dem man rechnen muss. (cf. Seite 118 letzte Zusammenstellung von Analysen, wo der S-gehalt zwischen 0,16 und $1{,}10/_{00}$ schwankt).

§ 360. Die Ausführung des Röstprocesses ist nach Beschaffenheit des Erzes, sowie nach Umfang des ganzen Betriebes sehr verschieden — und wird fast stets im Zusammenhang mit der Roheisenfabrikation betrieben. Nur in vereinzelten Fällen rösten die Gruben selbst und haben dann ganz andere Dispositionen, wie sie die Röstarbeit der Hütten nothwendig macht. Schon der Umfang der Röstungsanlage ist in beiden Fällen ein durchaus verschiedener, da bei dem Grubenbetrieb weit weniger als bei dem Betrieb der Hütten das Rösten mit dem übrigen Betrieb in genauer Verbindung zu stehen hat.

Einen bedeutenden Einfluss übt in beiden Fällen die Brennstofffrage, die es oft zweifelhaft erscheinen lassen kann, ob schon an der Grube oder auf der Hütte erst mit Vortheil zu rösten ist. Die Gruben haben im Grossen und Ganzen nur dann ein Interesse an der Röstung, wenn dieselbe das Erz verkäuflicher macht und wenn sich die Röstung einfach bewerkstelligen lässt.

*) Metallisches Eisen zu Oxydul verbrannt gibt ca. 1250 Calorien, zu Oxydoxydul 1650 Calorien, zu Oxyd 1850 Calorien Wärmeeffekt. (cf. Dürre Katechismus der Allgemeinen Hüttenkunde S. 265.)

In solchem Fall befinden sich in Deutschland und Oesterreich-Ungarn die Eisenspathgruben und die Blackband fördernden Kohlenzechen etc. in Westfalen. Erstere stellen ihre Erze schwefelfreier und leichter aufschliessbar her; die letzteren reichern den Eisengehalt an, ohne erhebliche Ausgaben zu haben, da das Erz hinlänglich bituminös ist, um selber seine Verbrennung zu unterhalten. Auf den Hochofenwerken muss der Betrieb der Röstöfen in vielen Fällen dem Hochofenbetrieb folgen d. h. dessen Bedarf fortwährend decken, da die Erze heiss aufgegeben werden. Dabei röstet man theils mit festem Brennstoff, theils benutzt man Gas und hieraus entspringen weitere Verschiedenheiten.

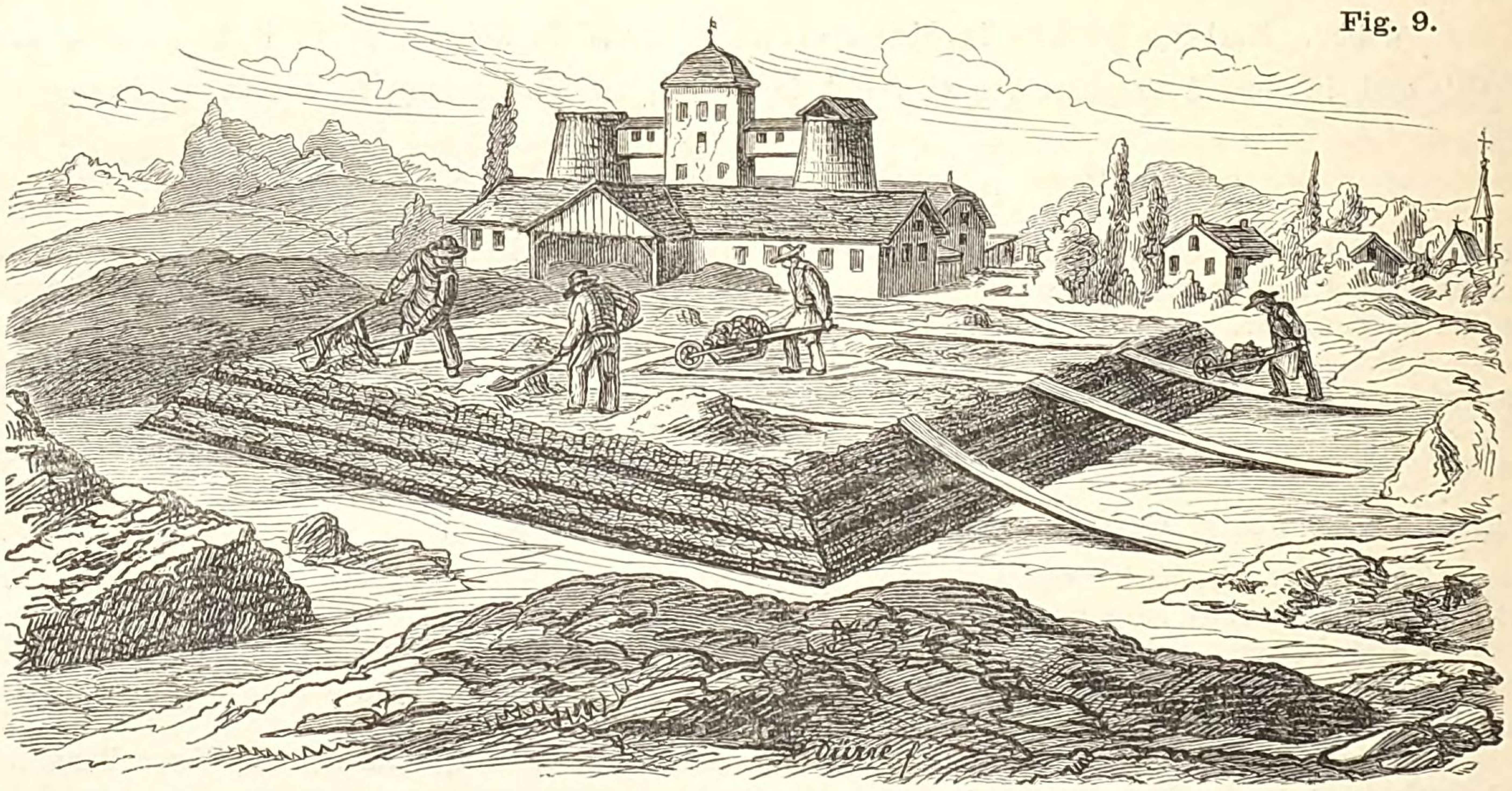
§ 361. Bezüglich der Wahl der Apparate unterscheidet man im Allgemeinen zwei Röstmethoden:

Rösten im Freien,
Rösten im Ofen.

Man ist, während früher das Rösten im Freien das Verbreitetere war, allmälig mehr und mehr zu der Ofenbenutzung übergegangen, welche im Punkte des Brennstoffverbrauchs so bedeutende Vorzüge bietet, dass die oftmals unvollkommenere Röstung und das nothwendig grössere Anlagecapital dagegen zurücktreten. Platzersparniss und Ersparniss an Arbeitslöhnen kommen hinzu und die Unmöglichkeit, einem solchen Betrieb eine grosse Ausdehnung zu geben.

Rösten im Freien.

Fig. 9.



§ 362. Das Rösten im Freien findet statt in Haufen und unter Benutzung von Stadeln. Ein Rösthaufen besteht in einer auf ebener Fläche ausgebreiteter entweder rechteckig und mit Böschungen abgegrenzter gleichmässig hoher Erzmasse, oder in einer mehr schoberartig aufgebauten auf kreisrunder Grundfläche errichteten Erzmasse — in welcher an zweckmässiger Stelle das erforderliche Brennmaterial eingeschichtet ist.

Eisenerze, welche wie der Blackband bituminös sind, bedürfen nur einer geringen Unterlage von Brennstoff, um überhaupt die Entzündung des Erzes hervorzurufen; dann brennen sie weiter und müssen nicht selten durch eingeschichtete nicht bituminöse Erze in ihrer Wärmeentwicklung gezügelt werden.

Vorstehende Skizze (Fig. 9) verdeutlicht den Aufbau eines solchen Rösthaufens, welcher mehr flach als hoch angewendet ist und oftmals zur Röstung von Sphärosideriten angewandt wurde.

Auf einem mit Kohlenlösche beschütteten planirten Platz wird ein Doppelrost von starkem Wellenholz oder auch Scheitholz gelegt, je nach der Energie, welche der Röstung zu geben ist und darauf eine ebenfalls durch Erfahrung bestimmte Lage Erz gefahren. Nachdem dasselbe gleichmässig ausgebreitet ist, bedeckt man es mit einer neuen Lage Brennstoff, Holz oder Kleinkohle, und stürzt darauf wieder eine Lage Erz. Dieses Manöver wird so lange wiederholt, bis die Höhe erreicht ist, die man dem Haufen zu geben beabsichtigt. Das Feuer wird durch glühende Schlackenklumpen oder durch Brände gleichmässig am Fuss des Haufens angelegt und verbreitet sich, wenn die Böschungen gut abgedeckt sind (mit kleineren Erzstücken und mit Erzklein) gleichmässig in dem ganzen Haufen. Durch

Luftschächte und ähnliche zugbefördernde Vorkehrungen vermag man wohl zur Regelung des Feuers beizutragen. Sobald indessen der Brand eine gewisse Ausdehnung erreicht hat, schreitet der Röstprocess voran, namentlich wenn man den Wind abzuhalten sucht und überhaupt bemüht gewesen ist, einen geschützten Platz zum Rösten zu wählen.

Von irgend einer construktiven Vorkehrung ist keine Rede, nur ist ein etwas erhöhter gepflasterter Platz, gut trocken und dem Wasser nicht zugänglich, jedem anderen vorzuziehen.

Die Ausnutzung der Wärme ist bei einem freien Haufen eine schlechte, da durch Strahlung und Leitung schwer berechenbare Mengen verloren werden; dagegen ist die Röstung selber eine sehr gute, weil der Luftzutritt ein möglichst ungehinderter, und das Eintreten einer Sinterungstemperatur ein sehr seltener Fall ist. Nur unregelmässige Vertheilung des Brennstoffes und daher entstandenes Ausbrennen von Hohlräumen kann eine grössere örtliche Wärmeentwicklung und ein gelegentliches Sintern hervorrufen.

§ 363. Der ideale Durchschnitt eines steileren schoberartigen Haufens den schon Scheerer veröffentlicht hat und der hier wiedergegeben ist, (Fig. 10) vervollständigt die Vorstellung dieser einfachen Methode, Erze zu rösten, deren Anwendung für den Grossbetrieb nur ausnahmsweise möglich ist. Die Resultate eines solchen Betriebs finden sich bei Wedding ausführlich mitgetheilt. Nachstehende Notizen sind diesen vollständigen und kritischen Darstellungen (a. a. O. S. 423 und 427) entnommen.

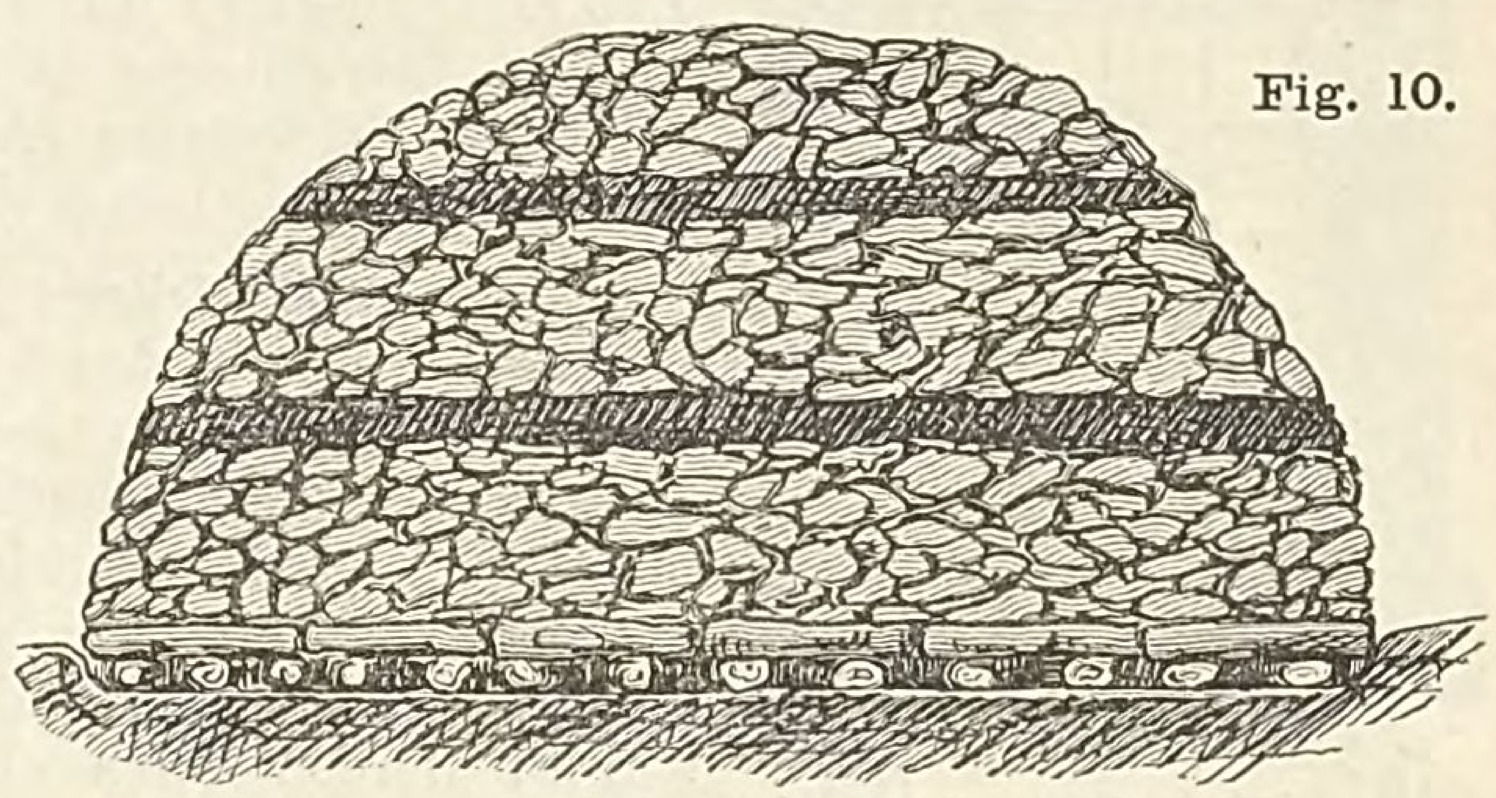


Fig. 10.

Beim Rösten der westfälischen Kohleneisensteine arbeitet man mit Haufen von 330 bis 550 km, welche 3—4 Wochen lang brennen. Man führt zunächst aus groben Erzstücken Wände auf, in welchen Oeffnungen für die Zündgassen von 0,1 qm Querschnitt reservirt werden. Das Innere wird zunächst mit kleinerem Eisenstein, dann mit groben Erzstücken angefüllt und der ganze Haufen schliesslich durch die Holzfüllung der Canäle entzündet.

Man verliert 25—46/$_{00}$ am Gewicht (der Kubikmeter Erz wiegt ca. 1569—1779 Kilos) und betragen die Röstkosten 8—13 Pf. pro Kubikmeter.

Beim Rösten der oberschlesischen Thoneisensteine, die nicht selbst brennen, werden pro Kubikmeter Erz 0,296 km Holz und 0,396 km Holzkohle verbraucht, wobei allerdings eine sehr gründliche Oxydation des Erzes stattfindet.

Weitere Beispiele finden sich in dem Wedding'schen Werke mitgetheilt, auf das verwiesen wird.

Rösten in Oefen.

§ 364. Es ist schon erwähnt worden, dass der freie Haufen kein besonders vortheilhafter Apparat bezüglich der Wärmeverwerthung ist. Nicht viel besser ist die Anwendung der Stadeln d. h. der Haufen mit festen Wänden, welche desshalb auch nur beschränkte Anwendung finden.

Interessant ist das von Wedding (a. a. O. S. 432) mitgetheilte Beispiel aus Ilsenburg, wo mulmige Brauneisensteine in derartigen Apparaten geröstet, d. h. entwässert werden, da sie in den daselbst befindlichen Röstöfen angeblich zu dicht liegen und desshalb in den ca. 6 + 4 m grossen rechteckigen Stadeln vorbereitet werden. Hierbei verbraucht 1 km Erz 0,359 km Quandelkohle (die aus der Mitte des Meilers resultirende, mehr oder weniger zerdrückte und übergar gebrannte Holzkohle) und $4^1/_5$ Stück Schantzen oder Reissigwellen. Die Oefen auf demselben Werke arbeiten vortheilhafter und würden auch wohl bei Verwendung von anderen Brennstoffen die mulmigen Erze passiren lassen können.

§ 365. Was nun die für das Rösten der Spatheisensteine und der Sphärosiderite angewandten Oefen anbetrifft, so begegnet man hierbei den verschiedensten Formen und Construktionsprincipien. Man hat vielfach die Kalköfen als Muster benutzt, und anderseits auch die Form des Hochofenschachtes nachgeahmt, ohne zu überlegen, ob die Röstprocesse den in diesen Modellconstruktionen vorgehenden Erscheinungen entsprachen oder nicht.

Der Röstofen für die zunächst zu betrachtende Erzklasse verlangt eine starke Erweiterung nach oben, um jede grössere Erhitzung vermeiden zu lassen, ehe das Erz durch Oxydation strengflüssiger geworden ist. Sinterungen treten bei oben zusammengezogenen Ofenprofilen leicht auf, ehe noch die Röstung abgeschlossen ist.

Eine Abweichung tritt nur ein, sobald nicht mehr fester Brennstoff, sondern Gase zur Wärmeentwicklung benutzt werden sollen. Dann macht die Anlage der Gasbrenneinrichtungen sich geltend und bedingt eine nothwendig andere Profilirung und Dimensionirung der Oefen.

Oefen mit festem Brennstoff.

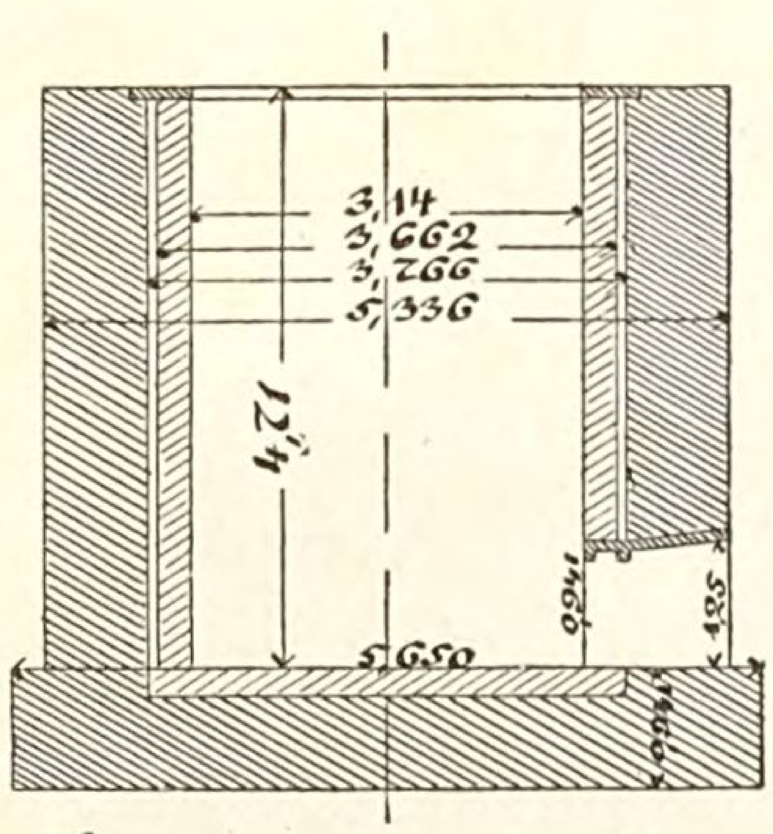
§ 366. Die Röstöfen in welchen alternirend feste Brennstoffe und Erze aufgegeben und niedergehen gelassen werden, haben meist eine cylindrische, nach unten conisch zusammengezogene, nach oben nicht immer verengte Gestalt und wechseln in ihren Dimensionen ganz ausserordentlich.

Die kleinsten Oefen sind unstreitig, die noch vielfach in Siegerland angewandten gemauerten Röstöfen zum Vorbereiten des dortigen Spatheisensteins. Dieselben sind cylindrisch, haben keine grosse Höhe und besitzen drei Ausziehöffnungen am Fuss und auf der ebenen Sohle. Das Rauhgemäuer ist aussen sechsseitig und mit senkrechten Wänden aufgebaut.

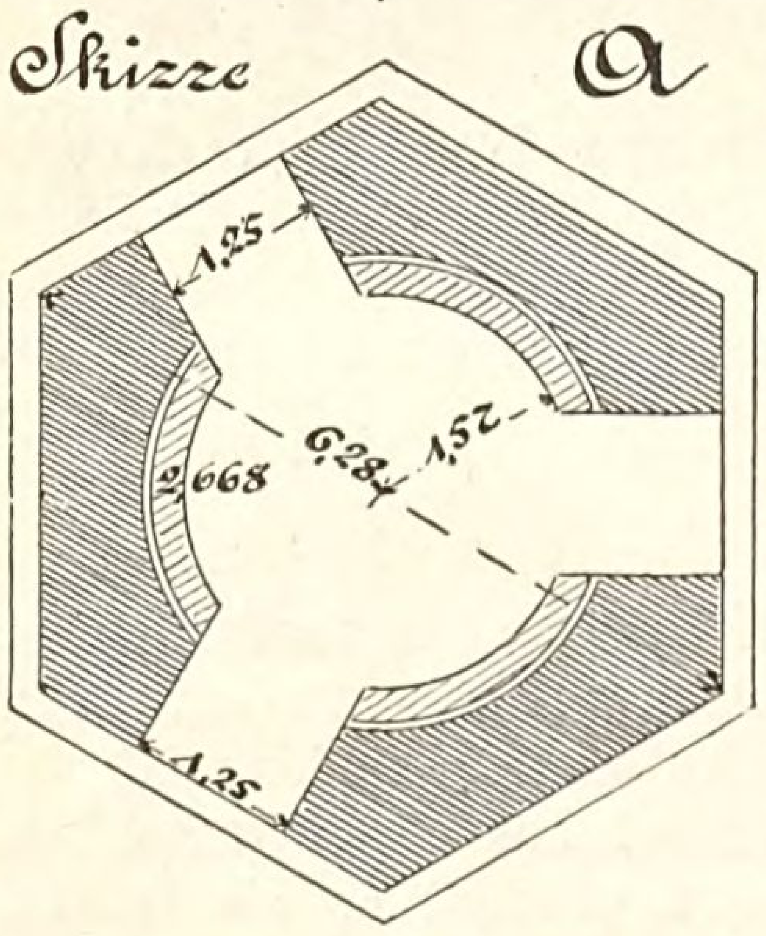
Die Dimensionen erhellen aus der nebenstehenden Linienskizze *A*, welche die Verhältnisse eines Röstofens der Charlottenhütte bei Niederschalken darstellt und massgebend für die älteren Verhältnisse ist.

Dieser Ofen verarbeitet täglich 20000 Kilos Erz mit einem Aufwand von 0,549 km Cokesabfall. Ein etwas kleinerer Ofen derselben Hütte (mit nur 2,19 m Durchmesser) verarbeitet nur 12000 Kilos mit 0,329 km Kohlen.

Auf den Gruben desselben Bezirks röstet man in ähnlichen Apparaten. Dieselben haben einen cylindrischen Schacht von 1,88 m Durchmesser und 3,29 m Höhe, welche mittelst einer Rast von 1,57 m Höhe in ein rechtwinklig gebautes Gestell von 0,627 m Breite, 1,25 m Länge und 0,783 m Höhe übergeht, welches nach vorn sich öffnet.



Skizze A



Jeder dieser Oefen röstet 14000—16000 Kilos Erz mit 0,494—0,549 km Cokeslösche (Abfall der aus Westfalen nach dem Siegerland transportirter Hochofencokes) (Wedding a. a. O. S. 459).

§ 367. Diesen älteren, aber immer noch vollkommen gangbaren Oefen, hat sich in den letzten 15 Jahren eine Ofenform zugesellt, welche zuerst auf der Rolandshütte bei Haardt im Betrieb war und seitdem mehr Verbreitung gefunden hat. Es sind das die von Wedding bereits (a. a. O. S. 444) publicirten offenen Trichter mit Blech- und Gusseisenarmatur, welche Kerpely mit dem Namen „Röstkessel" ausgezeichnet hat.

Diese Ofen, welche auf einer ebenen Sohle frei neben einander stehen, werden durch eine mit Geleisen verbundene Plattform gewöhnlich verbunden.

Der Apparat besteht aus einem conischen Blechmantel, in welchem ein Futter von feuerfesten Steinen eingebaut ist. Diese ganze Construktion oben und unten offen, ist in einer gewissen Höhe über der Hüttensohle aufgehängt, so dass die gerösteten Erze frei herausfallen und einen aus dem Apparat hervortretenden Schuttkegel bilden. Wegen der eben erläuterten offnen Construktion und wegen der geringen Höhe des ganzen Schachtes eignet sich ein solcher Ofen nur zum Verjagen der Kohlensäure aus reineren Erzen, sowie zur leichten Oxydation derselben.

§ 368. Bei neueren Anlagen baut man sie in grössere Gruppen zusammen und legt ihre Gichten in die Höhe der Luftbahnen für die Erze, während das untere Betriebsplanum mit der Lagerfläche der Erze zusammenfällt. Der Niveauunterschied beträgt fast 4 m, während der Abstand der Ofenmündung von der Ausstürzsohle ca. 0,75 m gross ist. Das Bahngeleise auf dem die Erze angefahren werden, liegt um Geringes tiefer als das Gichtenplateau, damit das Ausladen und Besetzen der Oefen erleichtert werde. Neuerdings hat man einen ringförmigen Aufsatz von Eisen, wie ihn der Ofen von Dowlais Fig. 11—14 zeigt, hinzugefügt, um auf der Gichtenplattform den Umriss der Gicht besser zu markiren und vielleicht um Unglücksfälle zu verhüten. In der Construktion selber ist Nichts dadurch geändert worden.

Auf Tafel II ist die Anlage solcher Röstöfen, wie sie durch den Civil-Ingenieur Goedecke für die neue Hochofenanlage zu Geisweid stattgefunden, mit Erlaubniss der Werksverwaltung wiedergegeben worden.

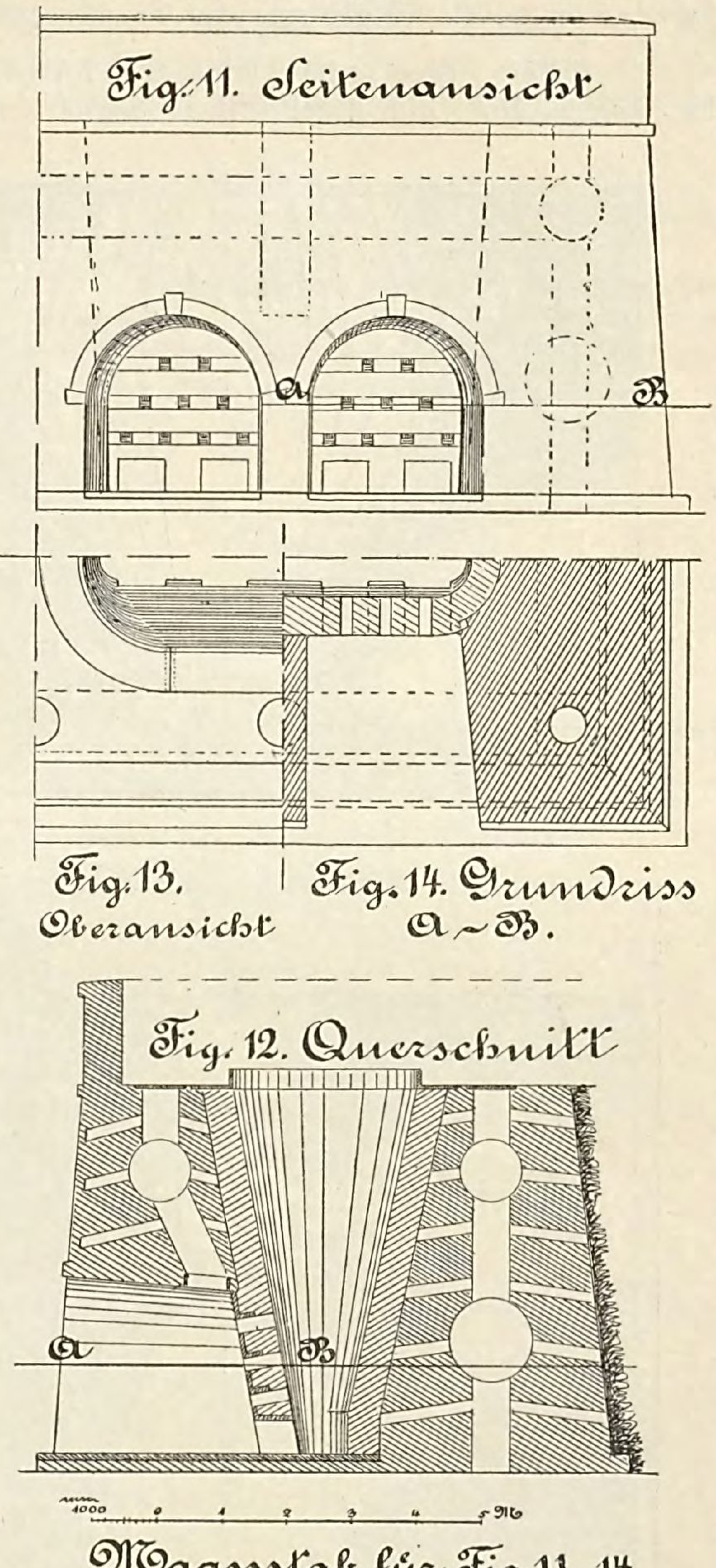
Fig. 1 ist die Vorderansicht der Oefen;
„ 2 das Profil durch einen Ofen;
„ 3, 4, 5, zeigen den Aufbau des Gerüstes um die Oefen;
„ 6 stellt ein Profil der Aufstellung mit äusserer Ansicht.

Ausserdem sind die Skizzen zweier Balkenschuhe und Auflagerplatten auf Taf. II untergebracht.

Der Betrieb dieser Oefen ist einfach. Auf einen die untere Oeffnung verschliessenden Erzkegel kommt Brennstoff und Feuer, dann wieder Brennstoff und sobald die Entzündung um sich gegriffen, Erz in möglichst gleichmässiger Zerkleinerung. Jedes Ziehen am Fuss bewirkt ein Nachrutschen und hat vorsichtig zu geschehen. Das Durchsatzquantum beträgt 20000 Kilos pro Tag, welche 0,329—0,439 km Brennstoff (Cokeslösche und Cinders von der Kessel- oder sonstigen Flammenfeuerung) verlangen.

§ 369. Praktisch disponirt für den Grossbetrieb sind die in Süd-Wales angewandten Kilns, deren Zeichnung sich auf Tafel I des W. Truran'schen Buches: The Iron Manufacture of Great Britain 1855, befindet und auch von Wedding (a. a. O. S. 438) wiedergegeben worden ist.

Der Ofen ist von oblong gerundetem Querschnitt, nach unten gleichmässig sich verjüngend, hat vorn zwei Arbeitsgewölbe mit je zwei Ziehöffnungen und darüber drei Reihen abwechselnd disponirter Stoch- oder Störöffnungen. Der Boden ist bei den Oefen zu Dowlais ganz eben, während er bei anderen Waleser Hüttenwerken mit Sätteln versehen ist, um dem Eisenerz beim Ausziehen gleich eine gewisse Direktion nach den Auszugöffnungen hin zu geben.



Die Figuren 11—14 geben ein möglichst genaues und gegen das Truran'sche Original durch einen Horizontalschnitt und andere Projektionen vervollständigtes Bild solcher in einer an den Erzplatz angelehnten Terrasse neben einander in beliebiger Zahl angebrachten Röstöfen.

Ein ausgedehntes System von Zügen und Luftcanälen hält das Rauhmauerwerk trocken, während der Schacht isolirt eingebaut und der Boden mit einer Cementpflasterung oder Aehnlichem bedeckt zu sein scheint.

Der obere Rand des Ofens ist mit einer eisernen Deckplatte geschützt, welche ihrerseits wieder einen aufrecht stehenden Flansch hat, der das bequemere Einstürzen des Roherzes erleichtert.

Die Thüröffnungen sind durch eiserne Winkel ebenfalls geschützt, welche die ganze freie Ofenbrust bedecken und ebenso sind die Ausziehöffnungen mit eisernen Zargen ausgefüttert.

Der Betrieb dieser Oefen, wie ihn Wedding (a. a. O. S. 461) schilderte, verläuft so, dass bei einer Wochenproduktion von 146,000 Kilos ein Brennstoffverbrauch von $5/_{00}$ stattfindet. Es wird Kohlenklein verwendet, das sich sonst weder zur Vercokung noch zum sonstigen Verbrauch gut eignet. (Vergl. auch Truran a. a. O. S. 14).

§ 370. Die Dimensionen anlangend, so muss bemerkt werden, dass die Abmessungen in den Fig. 13—16 nach dem Truran'schen Werk genommen worden sind und dass der englische Fuss 0,305 m gerechnet wurde. Dennoch sind einzelne der Maassstäbe der Fig. 247 und 248 in Wedding's Werke nicht vollkommen genau, wenigstens der Metermaassstab. Darauf würde kein Gewicht zu legen sein, da der englische Maassstab genau stimmt, wenn nicht auf S. 461 Cubikinhalte der Oefen angegeben wären, welche vollkommen unrichtig sind.

Nach den Zeichnungen Fig. 13—16, welche, wie schon gesagt, mit den in englischem Maass gegebenen Abmessungen Weddings stimmen, berechnet sich der in Dowlais betriebene Ofen folgendermaassen: Nimmt man ihn als aus einem trapezoidalem Mitteltheil von 4,5 m Länge und zwei halbkonischen Endstücken bestehend an, so erhält man bei

$$\frac{\begin{array}{l}2{,}75 \text{ oberer Breite}\\ 0{,}75 \text{ unterer Breite,}\end{array}}{} \quad \frac{3{,}50}{2} = 1{,}75 \text{ m als mittlere Breite.}$$

Diese mit der Ofenhöhe 6 (einschliesslich eisernem Rand) und der vorher angenommenen Länge 4,5 multiplicirt gibt 1,75 . 6 . 4,5 = 47,25 km.

Veranschlagt man den Rest des Raumes als einen abgestumpften Kegel von 2,75 grösseren, 0,75 kleinerem Basis-Durchmesser und 6 Höhe, so erhält man ca. 16 km.

Der ganze Ofen, reichlich veranschlagt, fasst mithin nur rund 63 km, also noch nicht die Hälfte der von Wedding angegebenen Grösse.

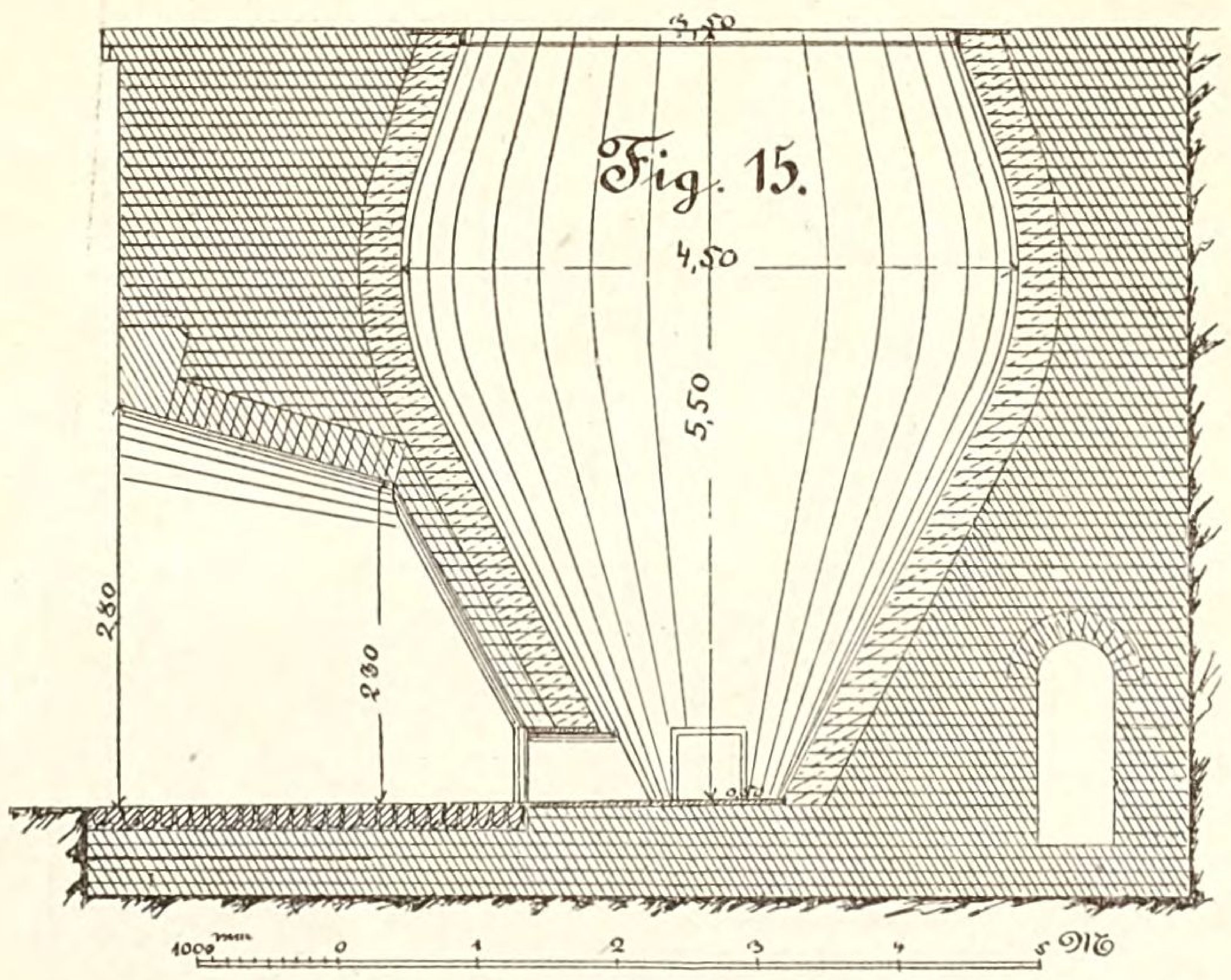
Ebenso unrichtig sind die weiter gemachten Angaben betr. die Oefen von Pontypool und Ebbw Vale.

Die Fassungsmengen scheinen richtig berechnet zu sein.

Von Interesse ist noch anzuführen, dass die Oefen zu Dowlais 160 £ pro Ofen gekostet haben, während die Weglassung der Trockencanäle eine Ersparniss von 100 £ hervorbringt.

§ 371. Eine andere Form des Röstofens und in etwas grösseren Dimensionen ist die der Fig. 15 und 16. Ein kegelförmiger Schacht mit leichter Zusammenziehung nach der Gicht ist in einem vierseitigen, leicht pyramidalen Mauerwerk eingebaut und öffnet sich unten nach drei Ausziehöffnungen, welche in ebensoviel Arbeitsgewölben liegen.

Fig. 15.



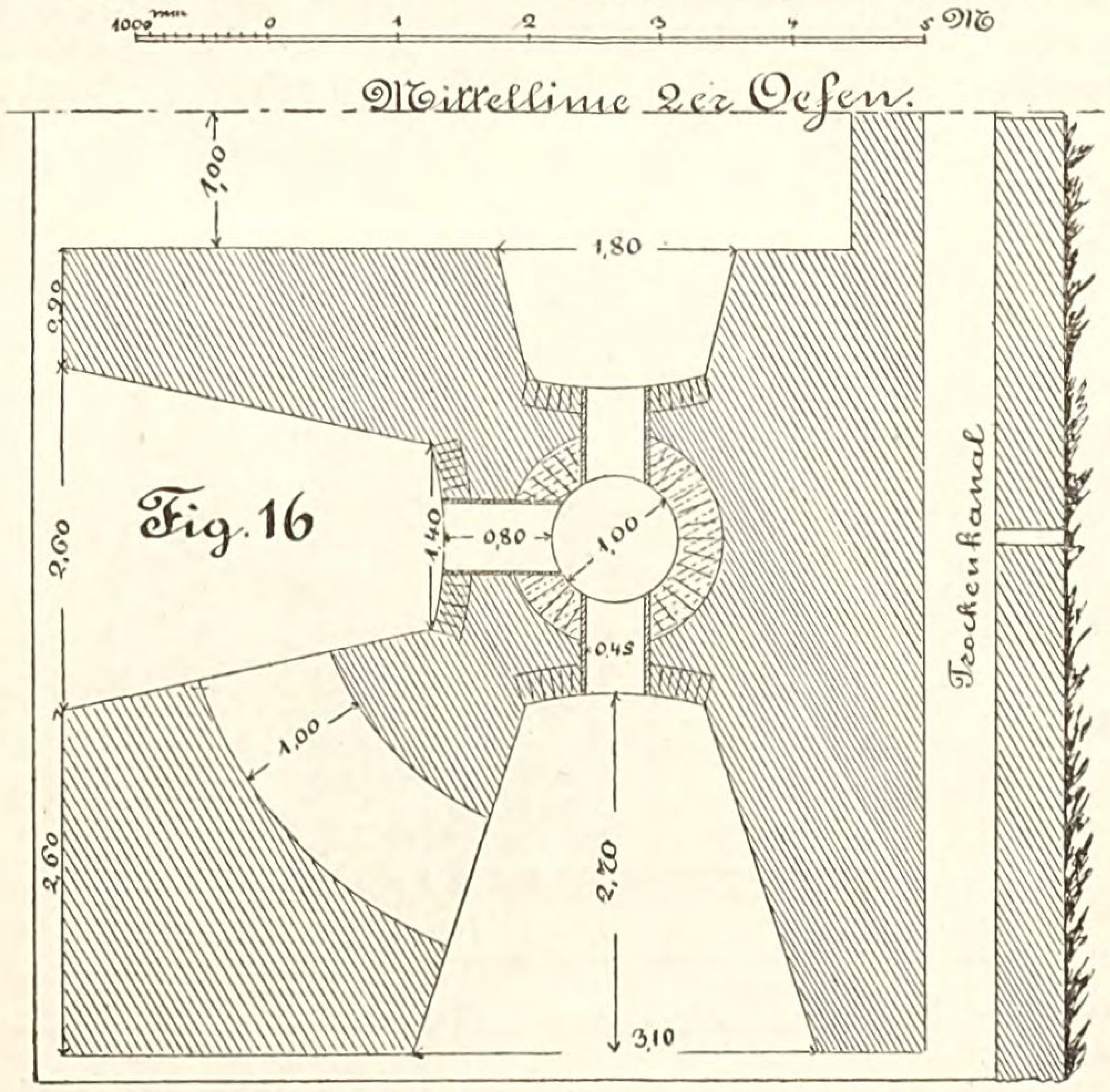


Fig. 16

Die Dimensionen des Ofens erhellen aus den Zeichnungen; ebenso auch die Bauart. Im Längenschnitt gibt die Horizontalschraffur die Steinlagen an.

Da die Oefen an einer Terrasse liegen, so ist ein Trockencanal angeordnet, der gleichzeitig durch kleine Züge das angeschüttete Erdreich entwässert.

Vielfach ist dies nothwendig, da die Erzplätze und andere Terrassenanlagen der Hüttenwerke aus Schlackenbettungen und anderem sehr durchlässigen Material bestehen und viel Wasser nach dem unteren Niveau abgeben können.

Das Original dieser Oefen ist ursprünglich für den kalkigen Rotheisenstein von Lavoulte (cf. S. 43, § 76, No. 5—8) bestimmt gewesen, dann aber auch vielfach für das Rösten der Sphärosiderite benutzt worden und ist noch immer unter den brauchbaren Apparaten zur Röstung anzuführen.*)

Seine Leistung beträgt (Flachat, Barrault, Petiet S. 109) 12—15,000 Kilos (schwerröstbarer Erze) per Tag und erfordert $5/_{00}$ Brennstoffe.

Anderweitige ältere und weniger einfache Röstöfen finden sich in den meisten Handbüchern der Eisen- und Metallhüttenkunde noch vielfach vor.

§ 372. Eigenthümlich ist nur die Anordnung der Röstöfen, wie sie auf dem Bergbaue der Steyrischen Eisenerz-Lagerstätten stattfindet.

Als Beispiel wird in den (S. 167 und 168) befindlichen drei Figuren 17, 18 und 19 die Anordnung einer Doppelreihe von Röstöfen der Innerberger Hauptgewerkschaft, zu Eisenerz am Fuss des Erzbergs gelegen, mitgetheilt. Ueber diese Oefen wie über die weiter unter zu beschreibenden Röstöfen mit Gasfeuerung, theilt Gruner jun. in den Annales des Mines (7. Serie. vol. IX. S. 471) Neueres aus eigener Anschauung mit.

Zwei Parallelreihen von Oefen mit verschiedener Entladevorrichtung enthalten gleich grosse Rösträume, rektanguläre Gruben mit senkrechten Aussen- und Scheidewänden, 2,750 m breit, 4,800 m lang und bis auf den Scheitel des Bodensattels 4,200 m tief, mithin pptr. 55,44 km Erz fassend (Gruner jun. gibt 85 km an).

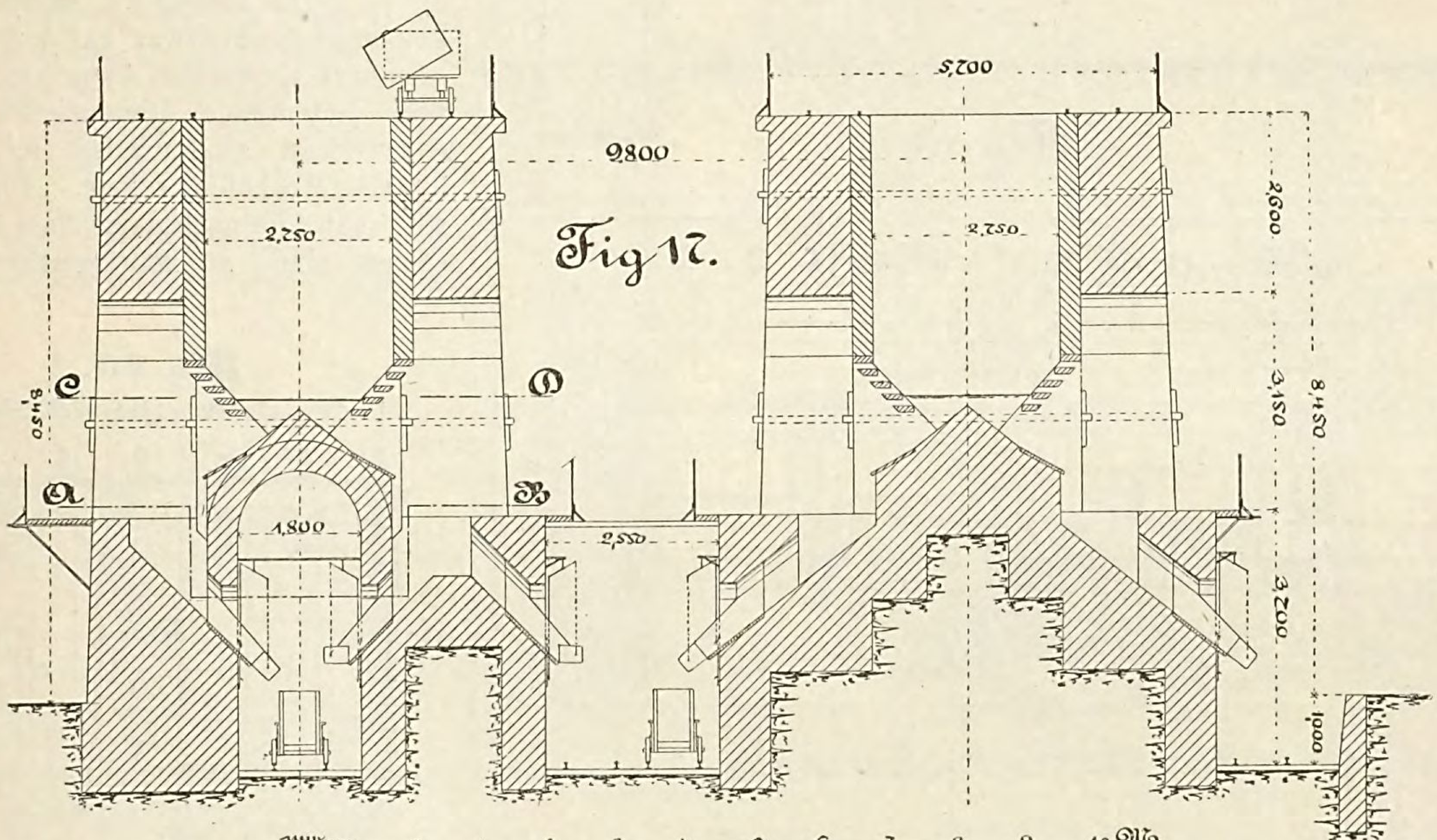
*) Der von Wedding (a. a. O. S. 435) skizzirte schlesische ältere Röstofen ist eigentlich nichts weiter als die Variante des Ofens von Lavoulte.

Der Boden wird in der Mitte durch einen Sattel, an den Seiten durch eiserne Balken gebildet, die jederseits einen groben Treppenrost herstellen, durch welchen die Verbrennungs- und Röstluft ungehindert und gleichmässig einströmen kann. Die Rostbalken, welche bei über 4,800 m Länge zu schwer und doch nicht hinreichend stark ausfallen würden, sind nur $2^1/_2$ m lang und in der Mitte ihrer Länge in einer Mauerstirn gelagert — deren Oberfläche einen ganz flachen Sattel zeigt, von welchem das Erz leicht herabgleitet.*)

Die Entladevorrichtungen sind, wie die Vorrichtungen zum Laden ohne Weiteres aus der Zeichnung verständlich; der Grund, warum Erstere bei der Ofengruppe links (Fig. 17) anders sind als bei der Ofengruppe rechts, ist der Umstand, dass das Terrain nach links ansteigt und die Anlage der Entleerungsbahn Schwierigkeiten gemacht haben würde.

§ 373. Diese Oefen fassen 150,000 Kilos Material, Erz und Kohle, welche in einmaligen Gichten von 625 Kilos Holzkohle und 12,500 Kilos Erz, gemischte Förderung aufgegeben wird.

Der Aufenthalt des Erzes im Ofen wird auf 6—7 Tage angegeben, was mithin 15—20,000 Kilos Erz per 24 Stunden ergibt. Bei der ausschliesslichen Verwendung von grobem Erz geht die Röstung rascher und die Tagesproduktion steigt dann bis auf 30,000 selbst 40,000 Kilos. Der Brennstoffverbrauch beträgt $4—5/_{00}$ dem Gewicht nach, für nur sortirtes aus allen Sorten gemischtes Erz.



Ausser diesen Oefen existiren noch mehrere Reihen älterer Apparate von nur 4 m Höhe, welche 45 km hielten und $5{,}8/_{00}$ Brennstoffverbrauch hatten.

Die Luft tritt zwischen den treppenrostartig disponirten Stäben in den Ofen, erwärmt sich an den fertig gerösteten zunächst liegenden Erzschichten und gelangt ungefähr in der halben Ofenhöhe in die eigentliche Verbrennungszone des Apparates. Ein Theil der Kohlensäure des Erzes reducirt sich zu Kohlenoxyd, welches z. Th. auch von der Verbrennung herrührend, an der Gicht der Oefen verspürt wird.

Bei grösserer Ofenhöhe gelangt die Luft nur langsam in die Verbrennungszone und es verschwindet der überhaupt geringe Luftüberschuss vollständig. Desshalb sind diese Oefen für die kieshaltigen Varietäten der steyrischen Erze z. B. die von Mariazell, Neuberg, Gollrad nicht ohne Weiteres zu gebrauchen. Für diese Erze sind die von Berg-Rath Wagner in Mariazell schon vor vielen Jahren construirten Oefen mit reichlichem Luftzutritt (cf. Wedding a. a. O. S. 450 und 449) ersonnen worden, von denen nur die einfacheren noch im Betrieb sich befinden.

Die steyrischen Röstarbeiten werden auch vielfach mit Hülfe von Flammen- und von Gasfeuerung betrieben und folgen weiter unten die Beschreibungen und Skizzen der bezüglichen

*) In der von Gruner jun. gegebenen Zeichnung, welche u. A. auch von Kerpely in seinen neuesten Publicationen unverändert copirt worden ist, hat eine höchst unverständliche Horizontalprojektion der beiden sich kreuzenden Sättel Platz und Duldung gefunden. In den hier Fig. 19 gegebenen Schnitt *c d* ist die richtige projektivische Construktion gegeben worden, welche ohne Weiteres den verschiedenen Scheitelwinkel beider Sättel erkennen lässt.

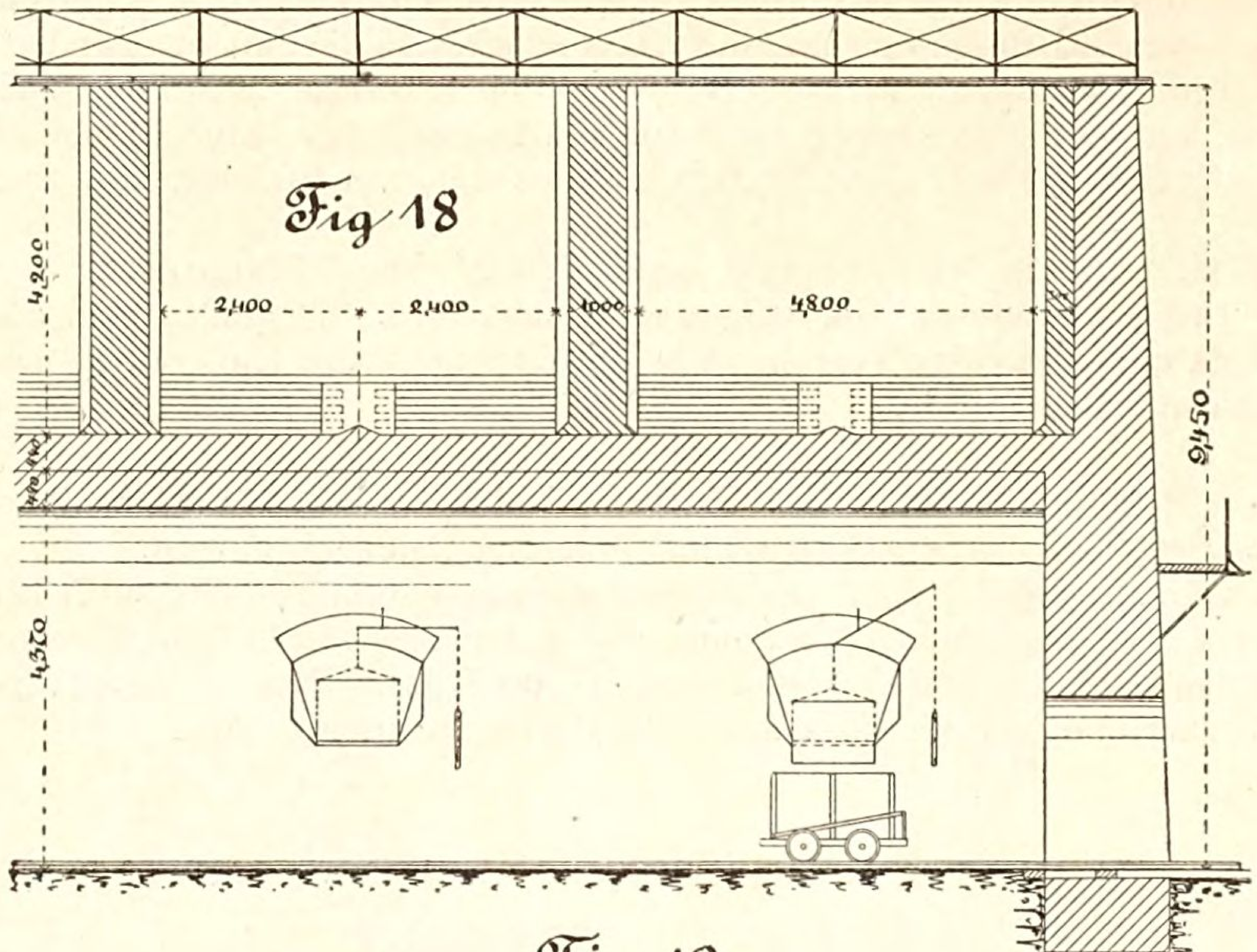
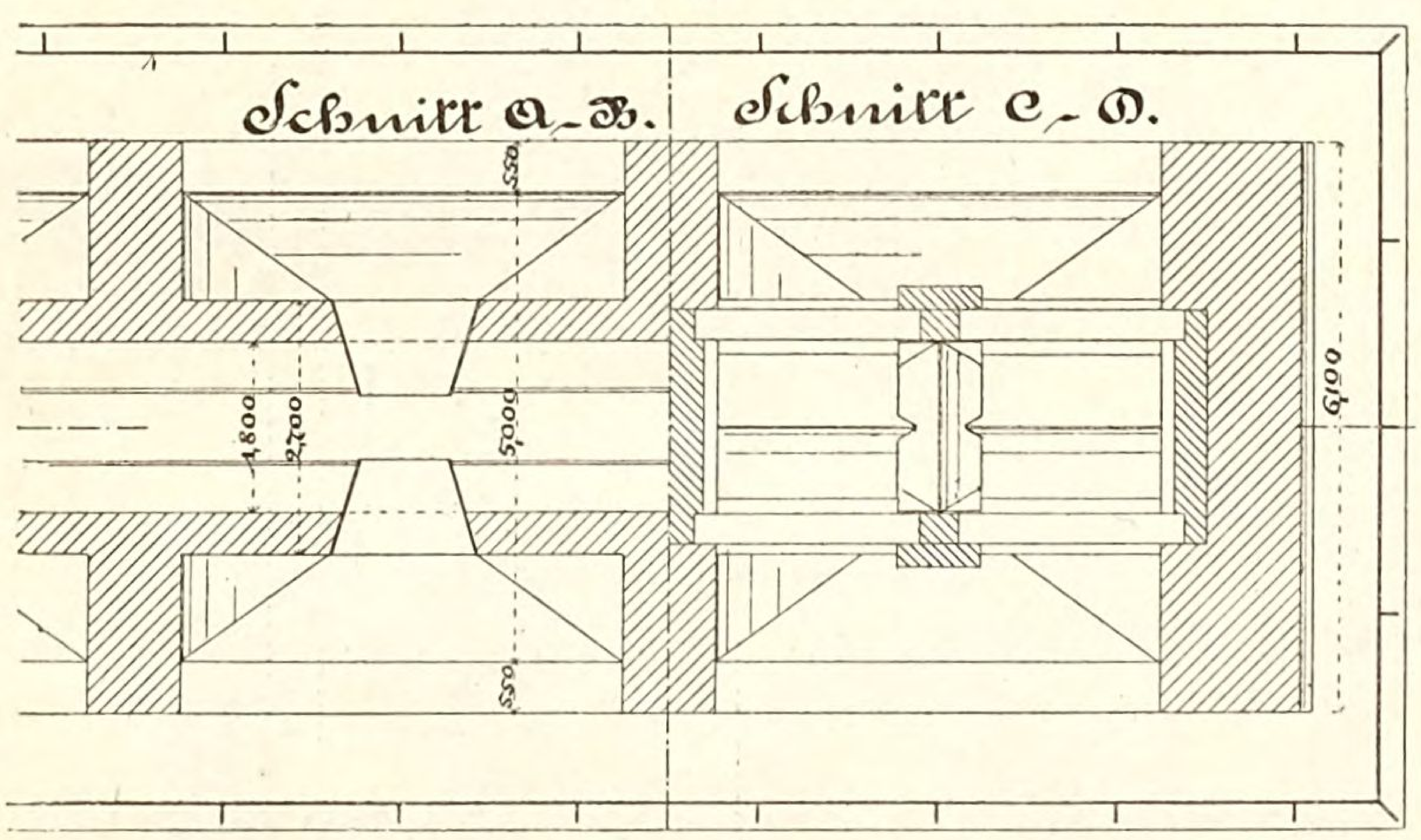


Fig 19.



Apparate, welche in der Nähe der Hochofenwerke fast alle an Stelle der ursprünglichen Kohlenkleinöfen getreten sind.

§ 374. Ehe dazu übergegangen wird, sind noch einige neuere Röstöfen, die mit festem Brennstoff und in sehr grossen Verhältnissen arbeiten, zu erwähnen.

Eine vollkommen veränderte Dimensionirung erhielten die Röstöfen für Spatheisenstein und Sphärosiderit durch die Anwendnng der Röstprocesse bei der Verarbeitung des Cleveland-Eisensteins (cf. S. 134, § 280), der ausnahmslos geröstet werden muss.

Die hierbei zur Anwendung kommenden durchweg auf den Hochofenwerken erbauten Apparate haben sehr bedeutende Dimensionen und concurriren stellenweise mit den älteren Hochöfen selber. Obschon sie nicht Alle nach demselben Modell erbaut sind, so repräsentiren die Fig. 20 und 21 als der geläufigste Typus dennoch diese Apparate nach allen charakteristischen Seiten hin. Sie haben rund 8 m Höhe und darüber noch einen eisernen Kranz von fast $^2/_3$ m.

Die ganze Armatur steht auf acht kurzen hohlen eisernen Säulen, so dass der Ofen ringsherum offen ist und der Luft Zutritt gewährt. Der $^1/_2$ m über der Hüttensohle auf einem Mauersockel angeordnete Boden steigt 1 m hinter den Säulen in einem Winkel von 40^0 an, geht aber nach kurzer Frist in einen zweitheiligen Hohlkegel von Gusseisen über, da Scheitel sich in der Ofenaxe 2,75 m über der äusseren Horizontalsohle erhebt. Dadurch wird ein ungemein energisches Rollen der Erze nach der Peripherie zu bewirkt und man kann sie gleich in die Aufgabekarren werfen, da die Sockelhöhe des Bodens dies gestattet.

§ 375. Uebrigens gibt es auch Varianten, bei welchen der ganze Ofenkörper höher liegt und wo regelrechte Füllkästen um den Ofen herumliegen, aus welchen die Erze direkt in die Wagen fallen, die nach dem Gichtaufzug der Hochofenreihe laufen.

Fig 20.

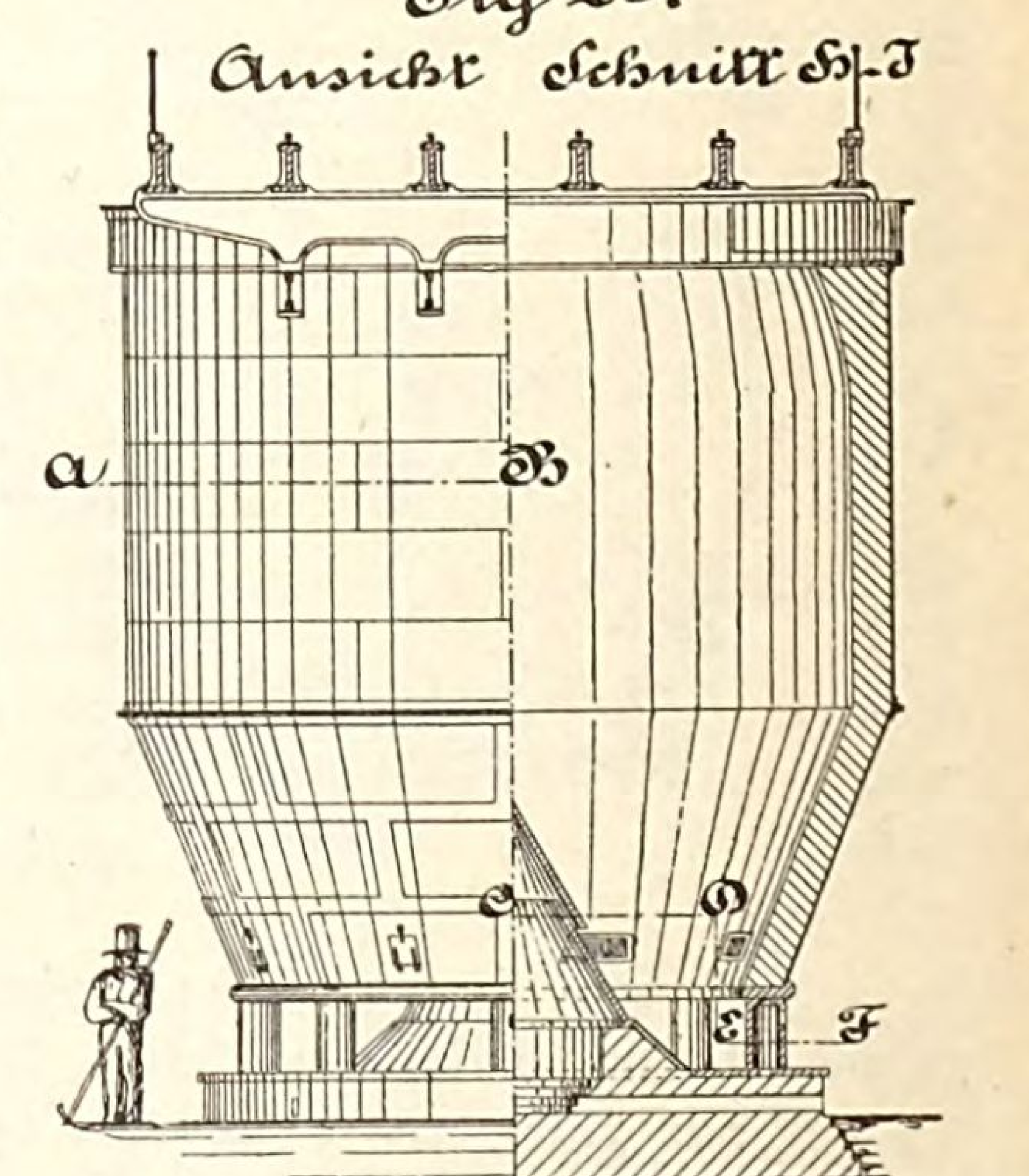
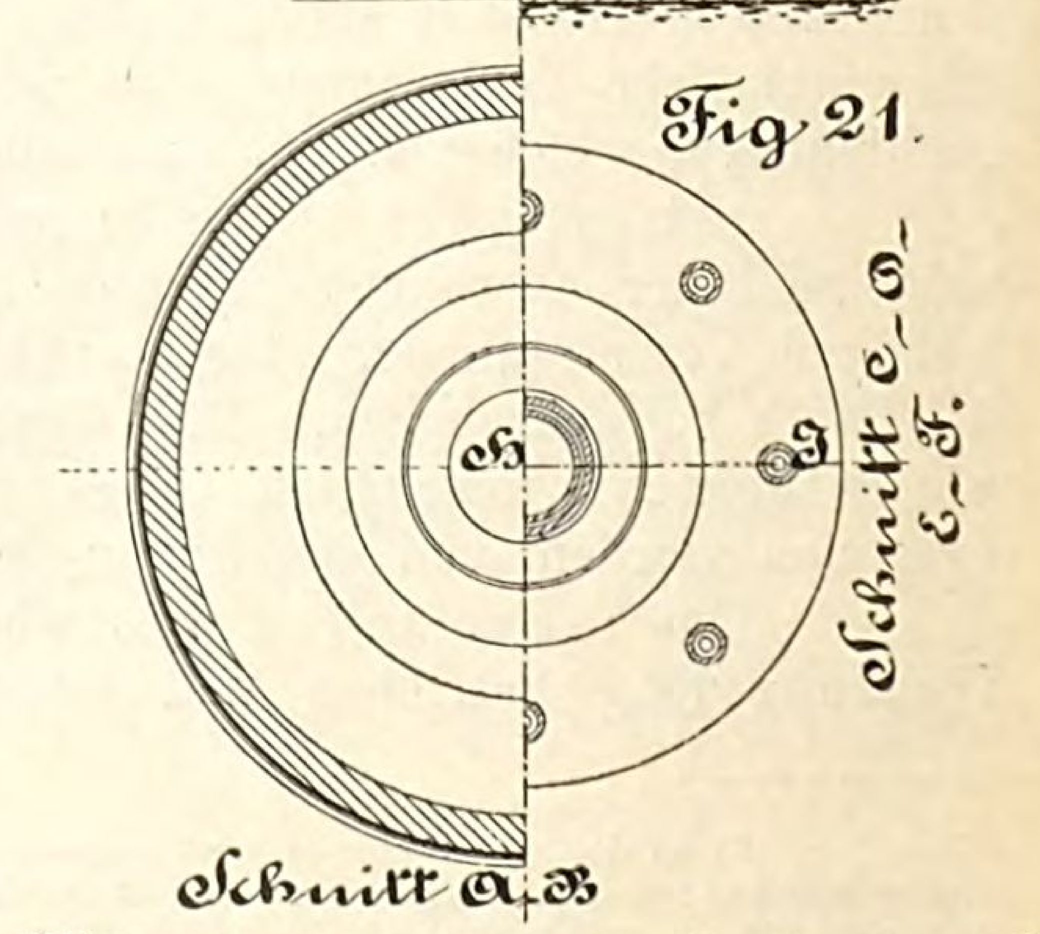


Fig 21.

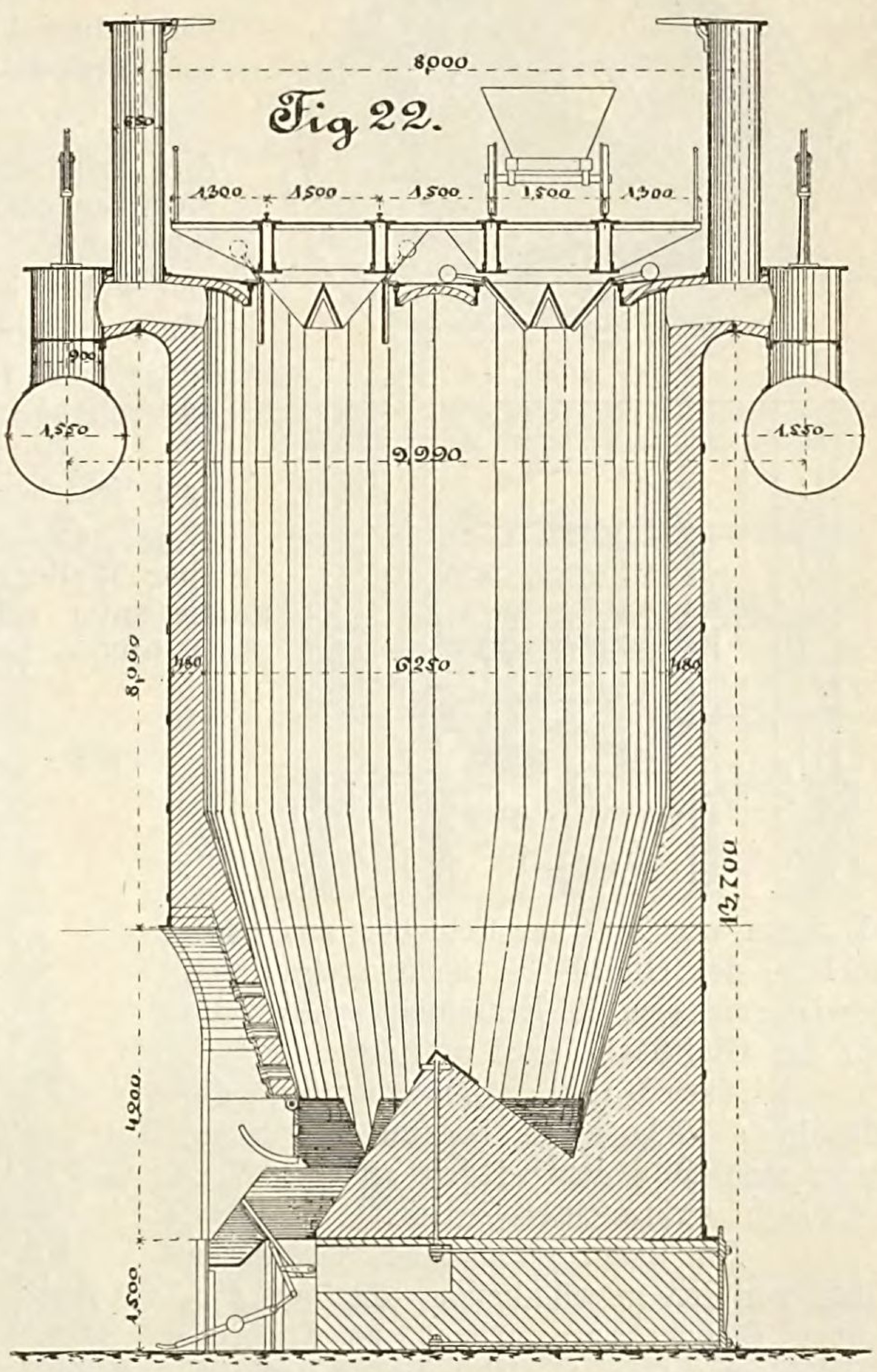


Die Weite der Oefen beträgt 7 m im cylindrischen Oberschacht, der sich nach der Gicht auf 6,25 m zusammenzieht und unten in eine Rast übergeht, welche 4,25 m weit, sich nach dem Boden des Ofens öffnet. Der Kegel hat in diesem Niveau noch 2 m Durchmesser und die Cubatur des ganzen inneren Raumes innerhalb der ausgemauerten Wände ergibt, nach Abzug des entsprechenden Kegelstückes 244 km.

Es gibt im Bezirk von Cleveland auch Inhalte von 127, 158, 196 und 225 km, welche natürlich auch entsprechend verschiedene Leistungen zeigen.

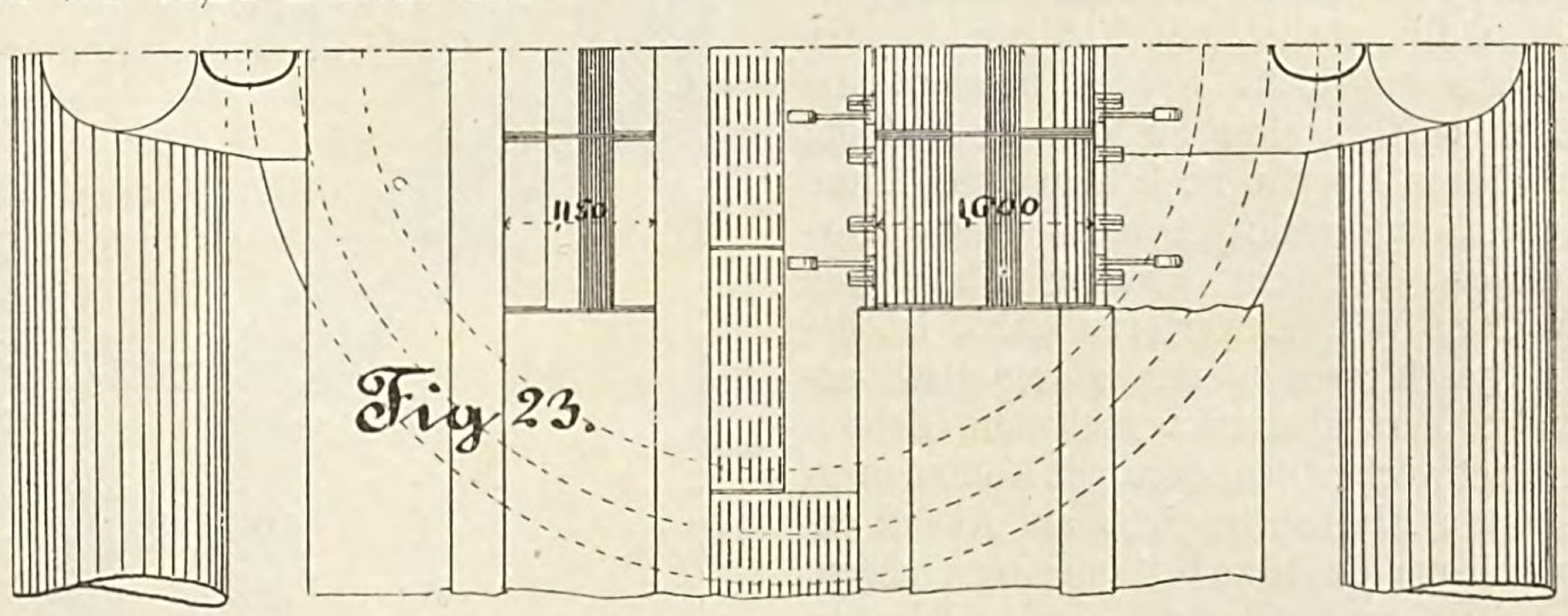
Die Tagesproduktion an geröstetem Erz geht bei dem hier abgebildeten Ofen bis zu 110,000 Kilos pro Tag mit einem Brennstoffconsum von $4/_{00}$. Die kleineren Oefen haben einen verhältnissmässig höheren Verbrauch ($5-6/_{00}$), obwohl auch sie das Erz nur 2—3 Tage lang bei sich behalten. Ein bis zwei solcher Oefen versorgen einen der dortigen Hochöfen (welche durchschnittlich 50,000 Kilos dunkelgraues Eisen zu machen vermögen), doch werden bei der Projektirung der Hochofenanlagen gewöhnlich mehr gerechnet um nicht in Verlegenheit zu kommen.

Der leichteren Bedienung wegen liegen die Röstöfen in einer Reihe und werden von zwei normalspurigen (1,50 m) Geleisen befahren und von zwei Aufzügen bedient, welche die vollen Wagen heben, die leeren herablassen.


Fig. 22.

§ 376. Um nun bei wachsendem Erzbedarf in den Hochöfen den Betrieb der Röstöfen nicht zu sehr auseinander zu zerren und in der ganzen Ofenfront überhaupt etwas Platz zu sparen, ist man schliesslich dazu übergegangen noch grössere Oefen zu bauen und in Betrieb zu bringen.

Nachdem J. Gjers bereits auf 10 m Totalhöhe gelangt war, wie oben angedeutet, ging John Borrie, Civil-Ingenieur zu Eston Junction bei Middlesbro' noch weiter und erbaute für die Cleveland Works von Bolckow Vaughan & Co., Oefen von 14,25 m Höhe und 6,25 m Durchmesser, welche naturgemäss ein doppelt so grosses Quantum Erz aufzunehmen vermochten und den Bedarf eines der grössten Hochöfen deckten. Die Beschreibung dieses interessanten Ofens befindet sich im Engineering vom 26. Nov. 1869 und ging in den Berggeist über (1870, No. 4), woraus sie Wedding (S. 443) entnahm.


Fig. 23.

Die Figuren 22, 23, 24 und 25 geben den Aufriss und die Grundrisse dieses Ofens wieder und lassen alle Details hinlänglich erkennen. Zu bemerken ist, dass alle Reproduktionen der im Engineering s. Z. veröffentlichten sehr glänzend ausgeführten Originalzeichnung, den Fehler einer gänzlich falschen Projektion des Bodens und des Unterschachts mit jener theilen. In den hier beigegebenen Figuren ist der Fehler verbessert, und namentlich die Ausschüttvorrichtung und die damit verbundene Vorkehrung zum Abschützen des Erzes verständlich gemacht.

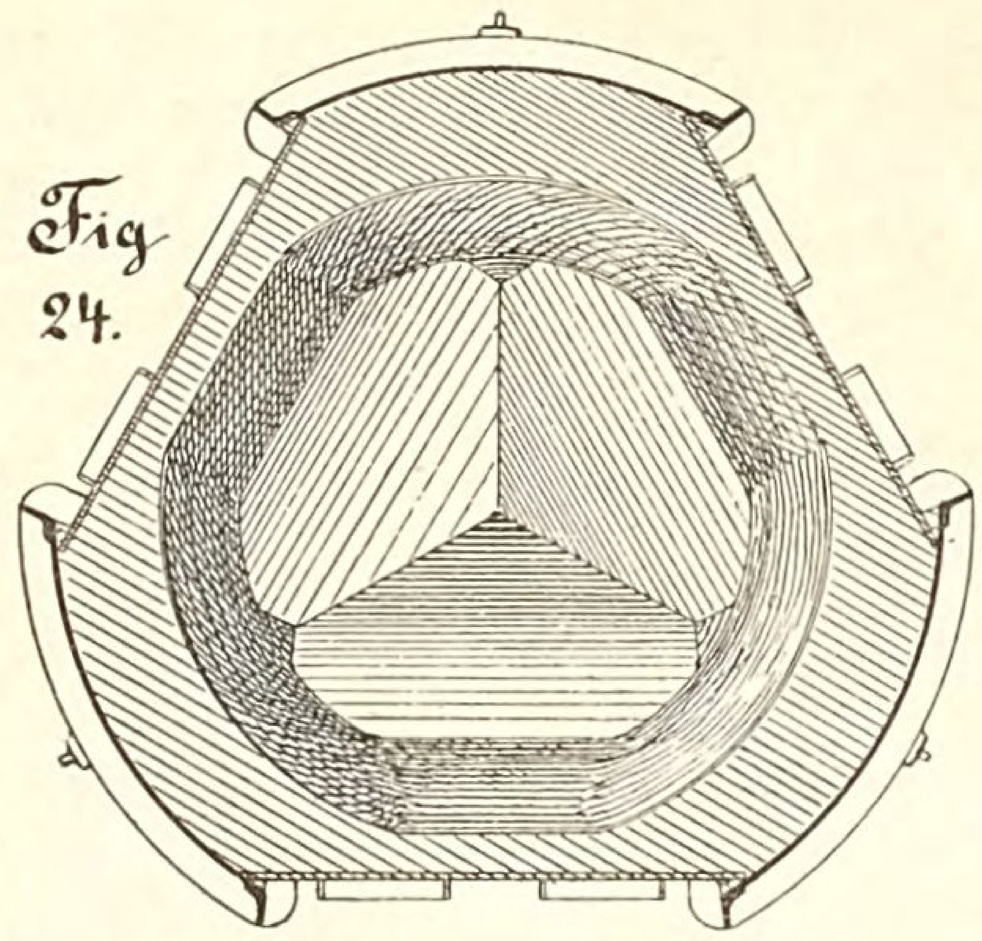


Fig. 24.

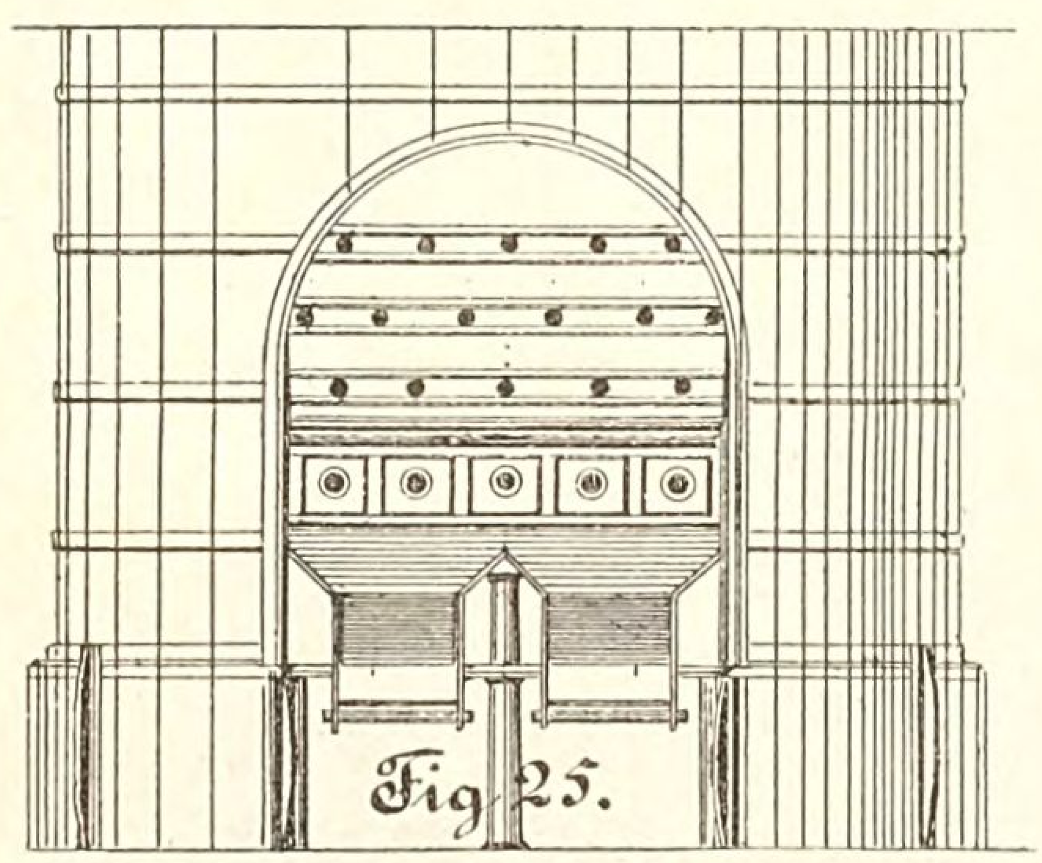


Fig. 25.

Der Ofen hat sehr bedeutende Dimensionen und fasst 550 Tons Erz, röstet täglich 150—200 Tons und liefert mehr als ausreichend, das Quantum, welches ein Hochofen zu 50 Tons Roheisen täglich an Erz beansprucht.

Wenn drei Hochöfen zusammen drei Röstöfen haben, so kann einer derselben stets in Reparatur oder sonst ausser Betrieb sein, ohne dass der Gang der Hochöfen im Geringsten Gefahr liefe.

§ 377. Am Ofen sind wie der Grundriss 24 angibt, drei Arbeitsgewölbe in deren jedem zwei eiserne Schütttröge mit Schützen oder Schiebern das Erz in die Karren liefern. Eigenthümlich ist, dass hier der Schieber von unten nach oben oder umgekehrt bewegt wird um den Ofen zu schliessen oder zu öffnen. Dabei sind geringere Widerstände zu überwinden, als wenn man versucht, von oben herab den eisernen Schieber in das rollende Erz zu drücken.

Borrie berechnet, etwas reichlich den Druck der auf dem Schieber lastet, auf 25,3 Pfund per □ Zoll engl. oder auf $2^3/_4$ Tons für die ganze hier vorhandene Schieberfläche. Es ist ohne Weiteres einleuchtend, dass es schwerer ist, eine Erzschicht, die unter solchem Druck sich befindet, von oben her auf eine Gleitfläche herabdrückend, mit einem Schieber zu durchschneiden, als wenn wie hier der Schieber aus einer Schlitze der Gleitfläche hervorsteigt, und gewissermaassen die Erzschicht spaltet, die auf der Gleitfläche frei aufliegt.

Nach Borrie's Behauptungen, die allerdings nicht näher begründet werden, spart man 50% der bei den anderen Verschlüssen verbrauchten Arbeit.

Ein anderer Umstand, der diesen Ofen vor den gewöhnlichen Röstöfen desselben Bezirkes auszeichnet, ist die geschlossene Gicht. Während die offenen Röstöfen allnächtlich mit Kohlenklein oder mit Asche zugedeckt werden müssen, um nicht zu heftig weiter zu brennen und um den nächsten Morgen noch Feuer und Hitze zu haben, und während trotz dieser Vorsichtsmaassregel ein grosser Theil der producirten Wärme verloren geht, ist bei diesen geschlossenen mit automatisch arbeitenden Verschlüssen versehenen Gichten nur ein schwaches Bedecken mit Kohlen nach der letzten Eisensteinsgicht am Abend erforderlich, um die Hitze beisammen zu halten.

Bei einem Versuch, der 13 Wochen dauerte, betrug die Kohlenersparniss 19,04% des sonstigen Verbrauchs.

Auf jeder Gicht sind zwei Kamine angeordnet, um einen symetrischen Zug herzustellen; ausserdem sind zwei Gasabführungen angegeben, die nach einem besonderen Kamin geleitet werden können, um eventuell die schädlichen Gase der

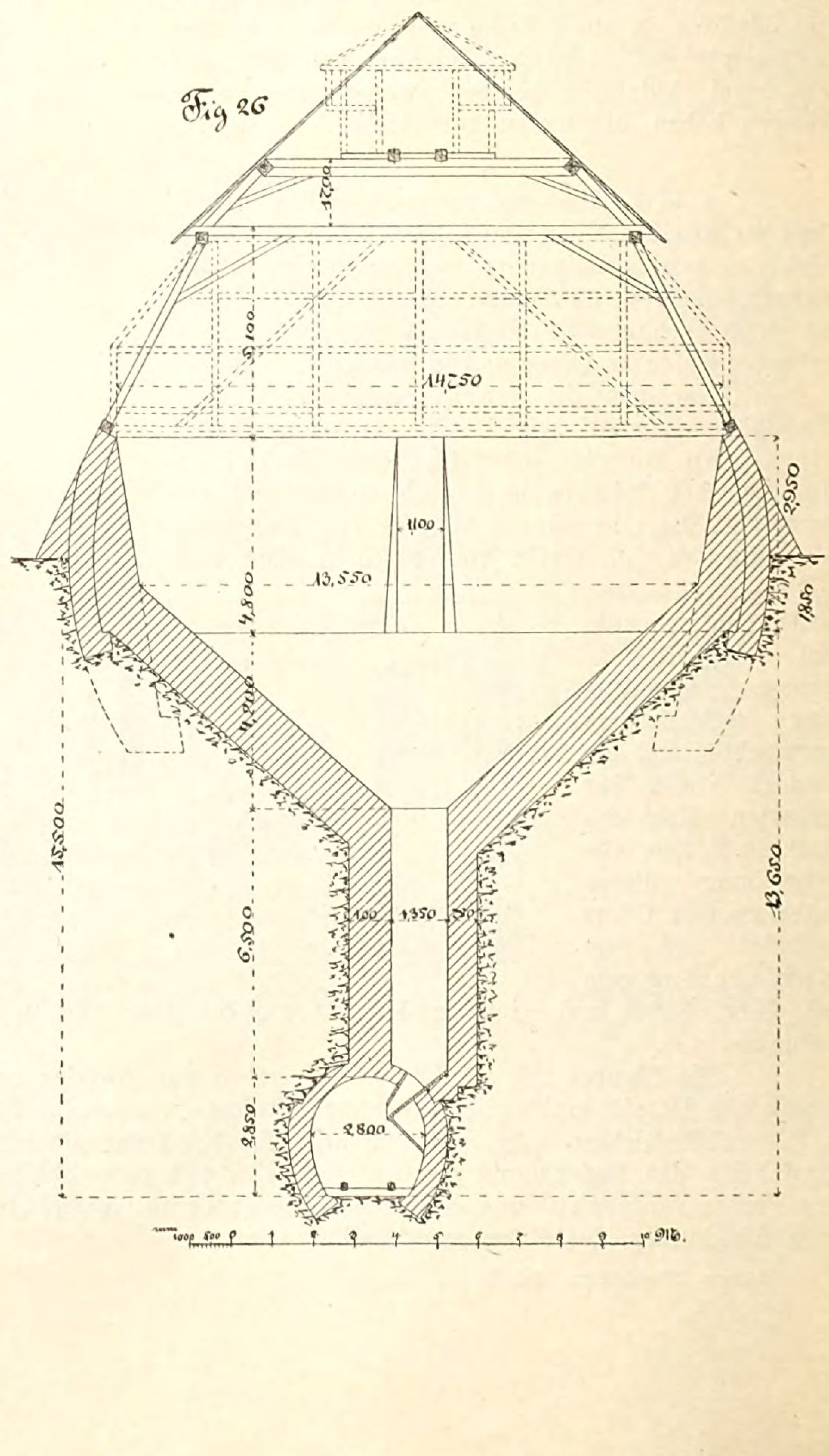


Fig. 26

Röstöfen in solcher Höhe zu entlassen, dass keine Belästigung der Nachbarschaft stattfinden kann. In einem solchen Fall können alsdann die kleineren Essen geschlossen oder ganz unterdrückt werden.

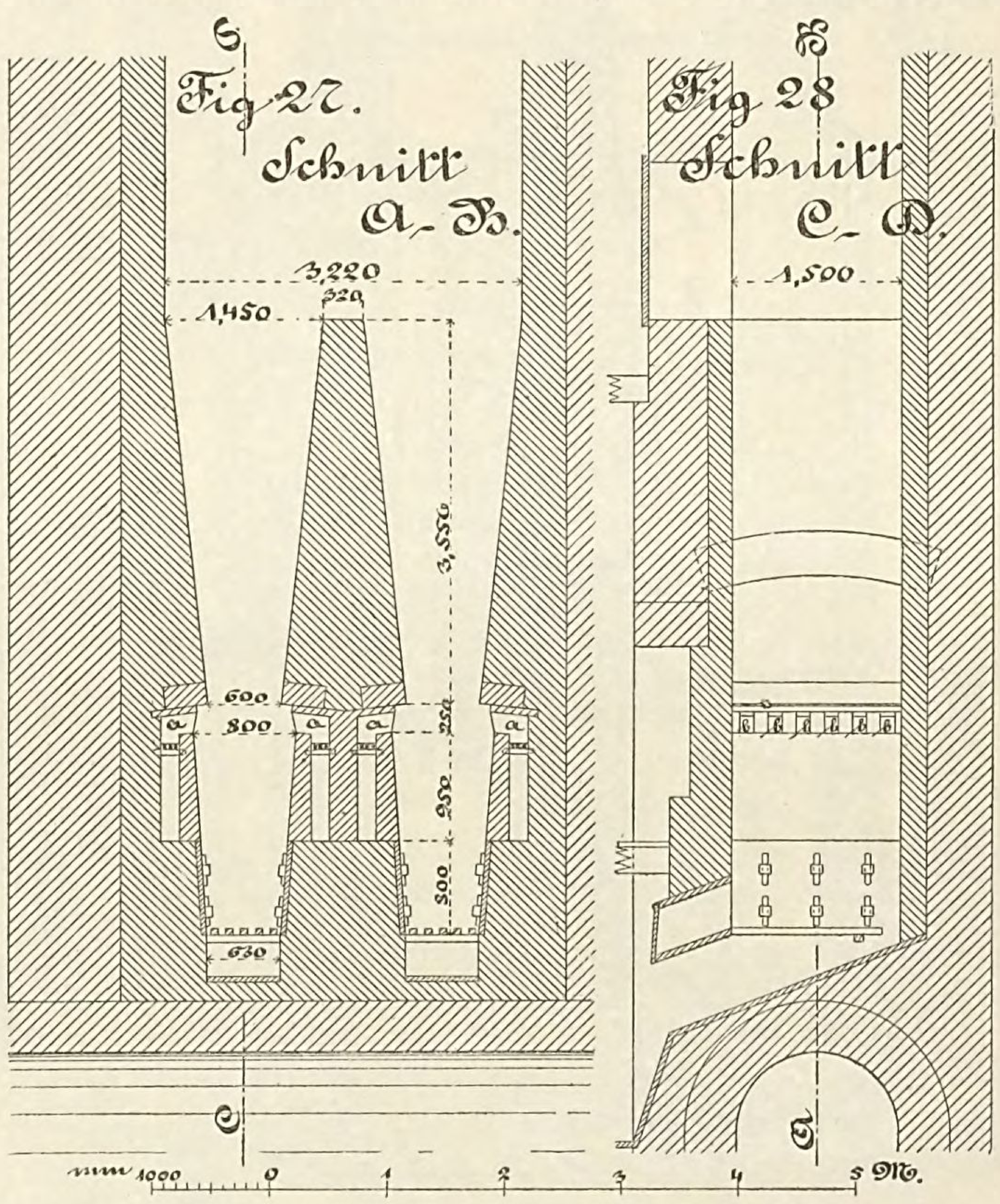
§ 378. Den bisher besprochenen Ofensorten würden sich noch eine Menge anderer anreihen lassen, wenn jene nicht vollkommen genügten, den Stand der Eisencarbonat-Röstung in Oefen mit festem Brennstoff zu charakterisiren. Man hat aber auch schon frühzeitig angefangen, eine Erzsäule auch mit der Flamme eines seitlich gelegenen Rostes zu erhitzen und in manchen Fällen Vortheile gegenüber der direkten Contaktwirkung des Brennstoffs wahrzunehmen geglaubt. Derartige Vortheile können nur auf einer unvollkommenen Wirkung des bisherigen Brennstoffs beruhen, welche entweder durch zu dichte Lage des Materials in der Säule, zu hohe Schüttung und in Folge dessen mangelhafte Verbrennung des Brennstoffs entstanden sein konnte. Für derartige Fälle kann ein auf einem Roste wenn auch nur langsam, doch vollständig verbrennendes Material vortheilhafter wirken.

Unter den Oefen solcher Construktion, die heute noch Beachtung verdienen, stehen die Spathröstöfen der Vordernberger Communität oben an.

§ 379. Die Communität oder der Erzberg-Verein, eine Bergbau-Gesellschaft, welche den obersten Theil des Steyrischen Erzberges bewirthschaftet und aus den Besitzern der Radwerke oder Hochofen-Anlagen resp. ihren Rechtsnachfolgern und der Ritter von Fridau'scher Verwaltung zusammengetreten ist, einen eigenen Bergmeister hat und den Hochöfen nach Maassgabe des Bedarfes die Erze liefert — diese Genossenschaft hat sich, im Interesse mancher der kleineren Theilhaber auch mit der Vorbereitung der Erze befassen müssen. Sie besitzt grosse Winter-Magazine, Reservoir- und Sortirvorrichtungen, welche an verschiedenen Stellen der hochinteressanten Erzbahn angelegt sind, die vom Erzberg über den Prebüchl, die Wasserscheide zwischen Enns und Mur, in das Thal hinunterführt.

Eins dieser Magazine mit einem Fassungsvermögen von pptr. 180,000 Zollcentner liegt an der Handelsalpe am Fuss des Kohlbergs und wird durch die vorstehende Skizze (Fig. 26) verdeutlicht.

Es wird die Anlage solcher Magazine gleich dazu benutzt (wie eine weiter unten mitgetheilte Röstofenanlage) um einen beträchtlichen Niveauunterschied in die Förderbahn einzulegen und eine grosse Strecke zu ersparen.



Zwischen diesem ältesten und dem oberhalb der ersten Radwerke liegenden ganz ähnlichen Vertheilungs-Magazine, sind in der neueren Zeit noch bedeutendere Magazin- oder Haldenanlagen gemacht worden, welche eine andere Dachconstruktion besitzen und mehr sich dem Neigungswinkel des Terrains anpassen, als es bei den Alten der Fall war.

§ 380. Im oberen Theil der Erzbahn liegen nun auch die Steinkohlenröstöfen, um die es sich hier handelt. Dieselben sind in Fig. 27 und 28 dargestellt nach Skizzen im bereits schon angezogenen Gruner'schen Reisebericht. Sie stehen paarweise zusammen und zeigen eine eigenthümliche Profilirung. Gleichmässig 1,500 m tief ist der 5,350 m hohe Schacht oben 1,450 m breit, verengt sich auf 0,600 m, erweitert sich wieder auf 0,800 m an der Stelle, wo die Flammen der kleinen seitlichen Feuerungen hereinschlagen und hat am abschliessenden Rost 0,680 m Breite. Rechts und links von jedem Schachtunterstück befinden sich die Heizfeuerungen *a, a, a,*.... deren Flammen durch die Züge *b, b, b,*.... in den Schacht strömen. Diese sehr schmalen Roste (auf einer anderen Skizze haben sie wenigstens 0,25 m Breite) gehen von vorn bis hinten an die Rückseite durch, so dass sie immerhin eine gewisse Wirkung zu üben vermögen, welche in diesem Fall auch nur zur Unterstützung des in der Röstsäule bereits befindlichen Brennstoffes dienen soll.

Nach einer älteren Betriebsnotirung (1859) wurden bei einem Doppelofen

85,873 Centner Erz pro Jahr durchgesetzt und
62,465 „ Rost gezogen, wonach sich ein Röstverlust von

23,408 Centner oder 26% berechnet.

Bei 13 Doppelöfen sind im selben Zeitraum:

947,121 Centner Erze verröstet und
732,504 „ Rost producirt worden. Der Abbrand beträgt

214,617 Centner oder 22,70%.

Unter den Roherzen befanden sich nach denselben Notizen 25% Kleinerz.

Den Brennstoff anlangend, so berechnet sich der Holzkohlenconsum auf 0,680 Wiener Kubikfuss pro Centner Erz und der Steinkohlenaufwand auf 7 Pfund.

Daraus kann man allerdings einen summarischen Verbrauch von 15% ableiten, da der Kubikfuss Holzkohlen rund 10—12 Pfund wiegt. Dieser im Vergleich zu anderen Röstapparaten etwas hohe

Fig. 29.

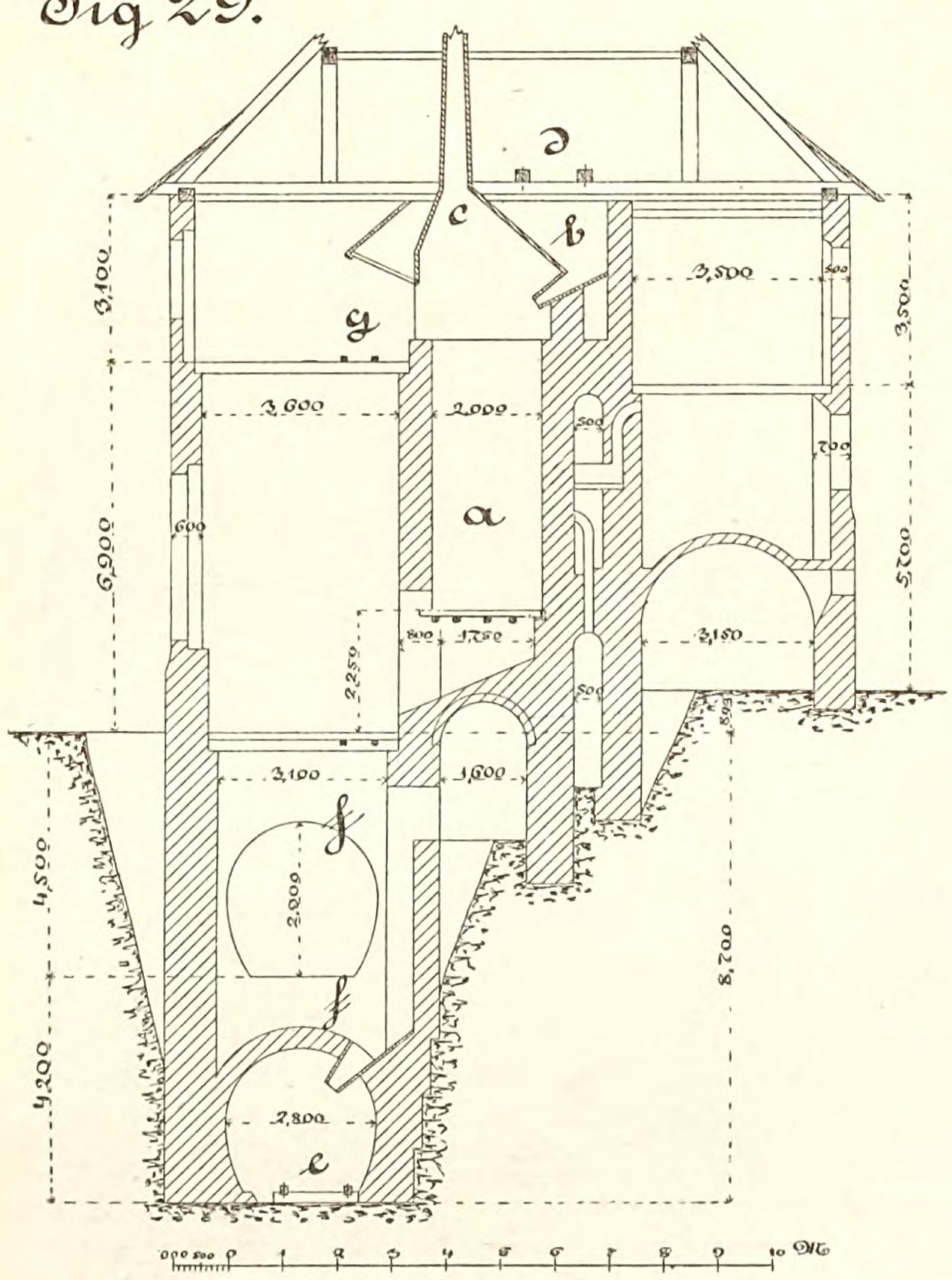
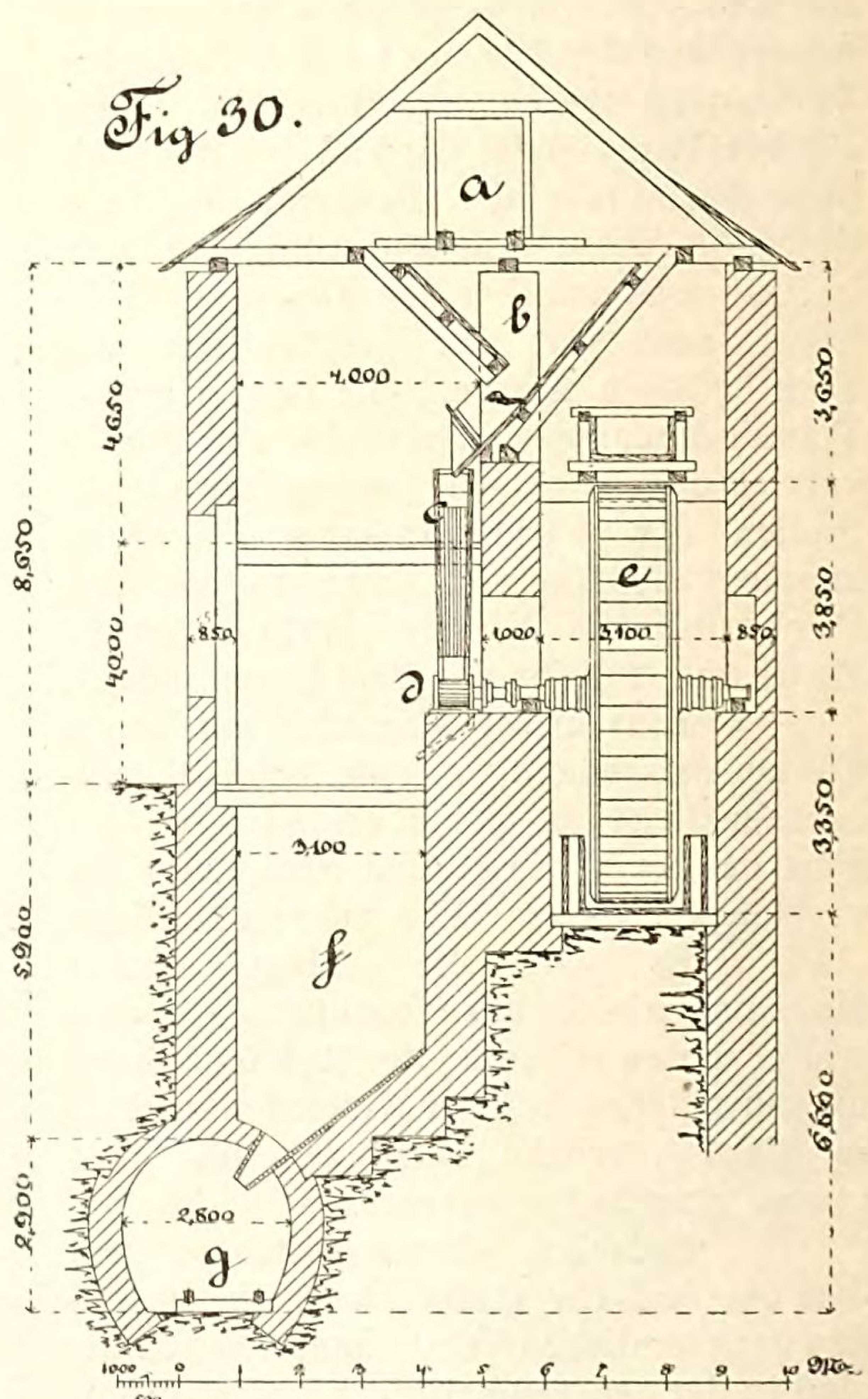


Fig. 30.

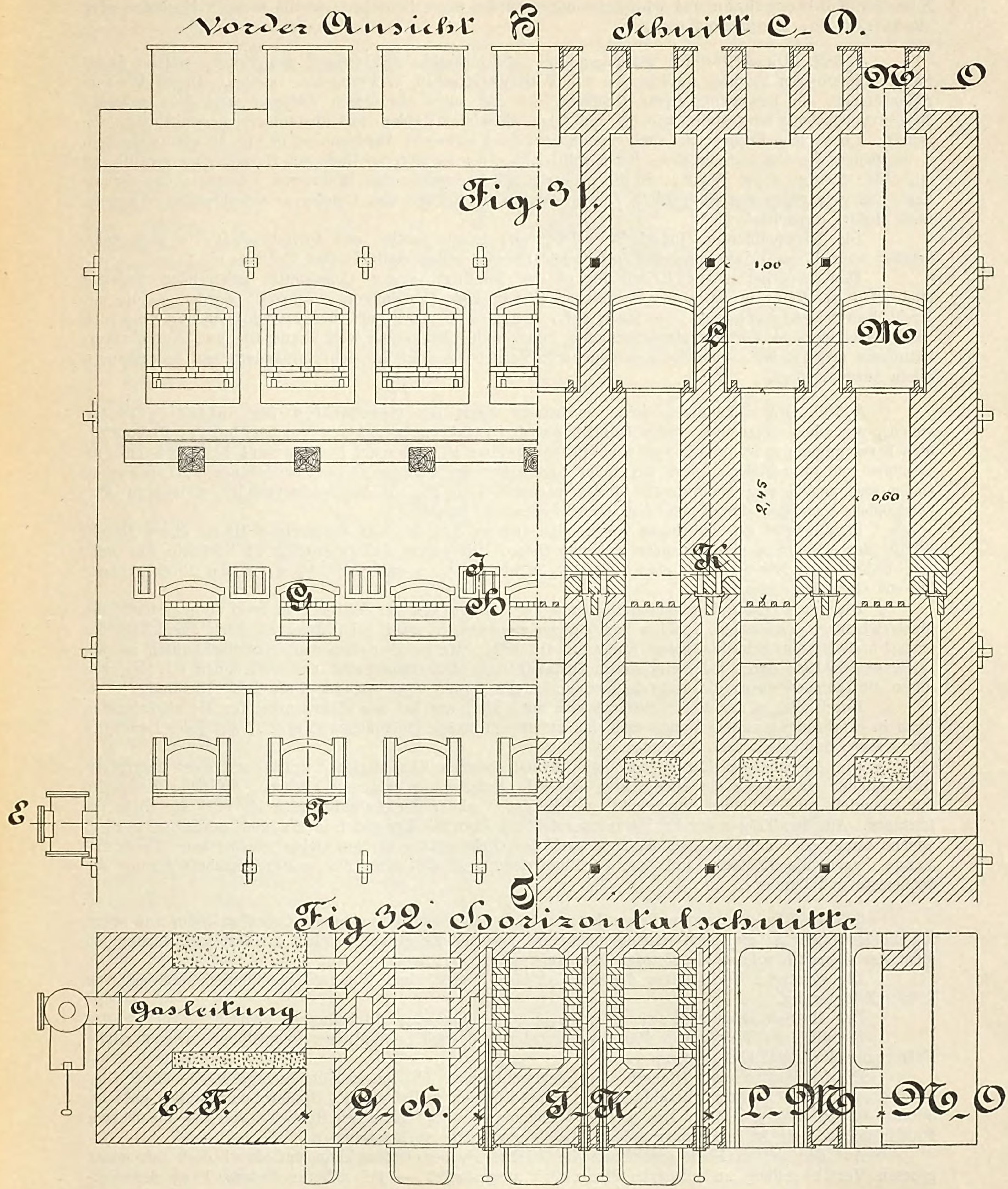


Satz, der z. Th. auf die kleinen Apparate und die grosse Masse zu erhitzenden Mauerwerks zurückzuführen ist, hat vielleicht Veranlassung gegeben in der Nähe der Hochöfen die Gase derselben zum Rösten zu gebrauchen und dadurch den Röstprocess billiger zu gestalten.

§ 381. Die Vordernberger Communität hat nun mehrere dieser Oefen zu einer Röstanlage auf dem Weg zwischen Erzberg und Vordernberg vereinigt und dabei wie bei den Haldenanlagen die Niveauverhältnisse der Förderbahn insofern verbessert als nun an einer Stelle die Geleisebene einen Sprung von fast 20 m macht.

Das Profil dieser Anlage gibt Fig. 29 wieder, in welcher *a* der Röstofen, *b* der Aufgebetrichter, *c* der Schornstein bedeuten, *d* ist die Erzbahn für die Aufgabe, *e* die Erzbahn für die Abfuhr; der Raum *f* ist Abkühlungs- und Vorrathsraum zugleich, *g* die Kohlenbahn. Die übrigen Räume dienen nebensächlichen Zwecken.

Diese Röstanlage, des Terrains wegen halbkreisförmig disponirt, liegt noch oberhalb der obersten Häuser Vordernbergs unterhalb der beiden Magazine „Alte Rösthalde“ und „Neue Halde“ am


Vorder Ansicht
A
B
Schnitt C-D.
Fig. 31.
N-O
L
M
1,00
2,45
0,60
J
K
G
H
E
F
Fig 32. Horizontalschnitte
Gasleitung
E-F.
G-H.
J-K
L-M
N-O

Fuss der Kohlbergsbahn und wird jetzt nur ausnahmsweise betrieben, da die meisten Hochöfen oder „Radwerke“ ihre Röstanlagen besitzen.

§ 382. Diese Röstöfen verlangen eine gleichmässige Stückgrösse des Erzes, welche durch Sortirvorrichtungen bewirkt werden, die mit Walzen-Quetschen in Verbindung stehen. Durch Wasserräder erfolgt die Bewegung dieser Quetschwerke und auch bei diesen Anlagen wird eine grössere Niveauverschiebung hergestellt, wie bei den schon skizzirten Halden- und Röstanlagen derselben Gewerkschaft. Eine solche Erzquetsche nach einer Skizze der Leobener Akademie ist in Fig. 30 wiedergegeben. *a* bezeichnet den Zugang der Erze, *b* den Fülltrichter, der am unteren Ende mit Holzschieber geschlossen ist, *c* den Rätter, *d* die Walzen für die gröberen Stücke, welche das Wasserrad *e* bewegt; das sämmtliche Erz gelangt in den Füllschacht *f*, aus dem es in die auf dem Geleise *g* verkehrenden Waggons nach Bedarf geschüttet wird.

Die Niveaudifferenz, innerhalb welcher die ganze Sortir- und Quetscharbeit vor sich geht, beträgt über 17 m, bringt also eine bedeutende Strecke selbst steilfallenden Geleises ein.

Die sämmtlichen zur Erzwirthschaft der Vordernberger Communität gehörenden Anlagen sind 1873 zu Wien in grossen vortrefflichen Plänen und Abbildungen ausgestellt worden — die mit Recht Bewunderung erregten. Sie legen dafür Zeugniss ab, dass auch in deutschen Landen, wenn sich ausreichend massige Vorkommnisse vorfinden, eine weite Auffassung von Transport- und Verkehrsverhältnissen möglich ist — welche man sonst mit Vorliebe geneigt ist, den Engländern und Amerikanern allein zuzuschreiben.

§ 383. Die bekannteste und bewährteste Form der Gasröstöfen für Spatheisenstein, welche, wie schon angedeutet, wahrscheinlich aus den Erfahrungen mit den Vordernberger Flammröstöfen hervorgegangen ist, wurde von dem Hüttenverwalter Fillafer auf Fridauwerk bei Vordernberg ersonnen und ausgebildet. Diese auf vielen Radwerken der dortigen Gegend betriebenen Fillafer'schen Oefen sind nach Gruner's Skizzen in den nachstehenden Fig. 31 bis 33 dargestellt, welche in ausreichendem Maassstab die sämmtlichen Details erkennen lassen.

Fig. 31 gibt auf der linken Hälfte eine äussere Ansicht, auf der rechten Hälfte einen Durchschnitt durch mehrere nebeneinander stehende Oefen. Die ganze Anlage enthält 14 Schächte von nicht sehr bedeutenden Dimensionen, etwas über $^1/_2$ m breit, $1^1/_3$ m tief und $2^1/_2$ m von der Rostoberfläche bis zur Gichtebene messend.

Die zur Heizung bestimmten Hochofengase kommen von der Seite her in zwei unter jeder Reihe hinstreichenden gemauerten Kanälen und steigen zwischen je zwei Schächten und auch ausserhalb des ersten und letzten Schachts jeder Reihe in die Höhe, treten über dem den Ofen nach unten zu abschliessenden Rost durch jederseits sieben Oeffnungen in den Ofenschacht und verbrennen mit der von unten eintretenden durch die unterste Erzlage bereits etwas vorgewärmten Luft fast vollständig.

Durch Ziehen der Roste entfernt man auch hier, wie bei den Flammenrostöfen die abgerösteten Erze in erfahrungsgemässer Menge und sind zu diesem Zweck Holzbühnen (Fig. 33) auf jeder Langseite der Anlage hergestellt und vorhanden.

Die Aufgabe des Erzes findet mit kleinen eisernen Karren statt, welche auf einer Fahrplattform auf der einen Seite der Ofengichten vor jede Aufgebethür gelangen können. An jeder Langseite der Ofengicht sind Schienen angebracht, welche den Verkehr der Aufgabewagen bis über die Gicht erleichtern. Aus den Trögen der Entleerungsvorrichtung kann das Erz gleich in Waggons geschüttet werden, welche direkt oder mittelst eines Aufzugs nach der Gicht gelangen. Auf vielen „Radwerken“ Vordernbergs liegen die Röstöfen auf dem Gichtenplateau und ist dann die weitere Erzbeförderung die bequemste und kürzeste.

§ 384. Für sehr umfänglichen Betrieb (z. B. Cokeshochofen) sind die Oefen zu klein und wenn für die Hochofengase eine dem Betrieb günstigere Verwendung gefunden wird, z. B. Kesselfeuerung, so steht der Gebrauch solcher Gasröstöfen überhaupt sofort in Frage.

Die sonstigen Verhältnisse der Fig. 31 bis 33 sind ohne Weiteres verständlich und bedürfen keiner Erläuterung.

Den Betrieb anlangend, so werden darüber die folgenden Mittheilungen gemacht:

Es wird mit Wagen von 400 Kilos geladen und wird in ähnlichen Quantitäten durch partielle Entfernung der Roststäbe gezogen.

Die Produktion eines Ofenschachtes, der wenig über $1^1/_3$ km enthält, beträgt 4000—4500 Kilos geröstetes Erz pro 24 Stunden; eine Anlage von 14 Schichten liefert, alle Hindernisse beseitigt gedacht, 56000—63000 Kilos geröstetes Erz pro 24 Stunden und genügt für einen Hochofen von 20—30 Tonnen Produktion, wie sie in dem steyrischen Bezirk nur wenig vorkommen.

Auf den ersten Blick erscheinen die Fillafer'schen Oefen klein und dabei doch mit einer grossen Verschwendung an massiven Mauerwerk ausgestattet — bei näherer Untersuchung der Ver-

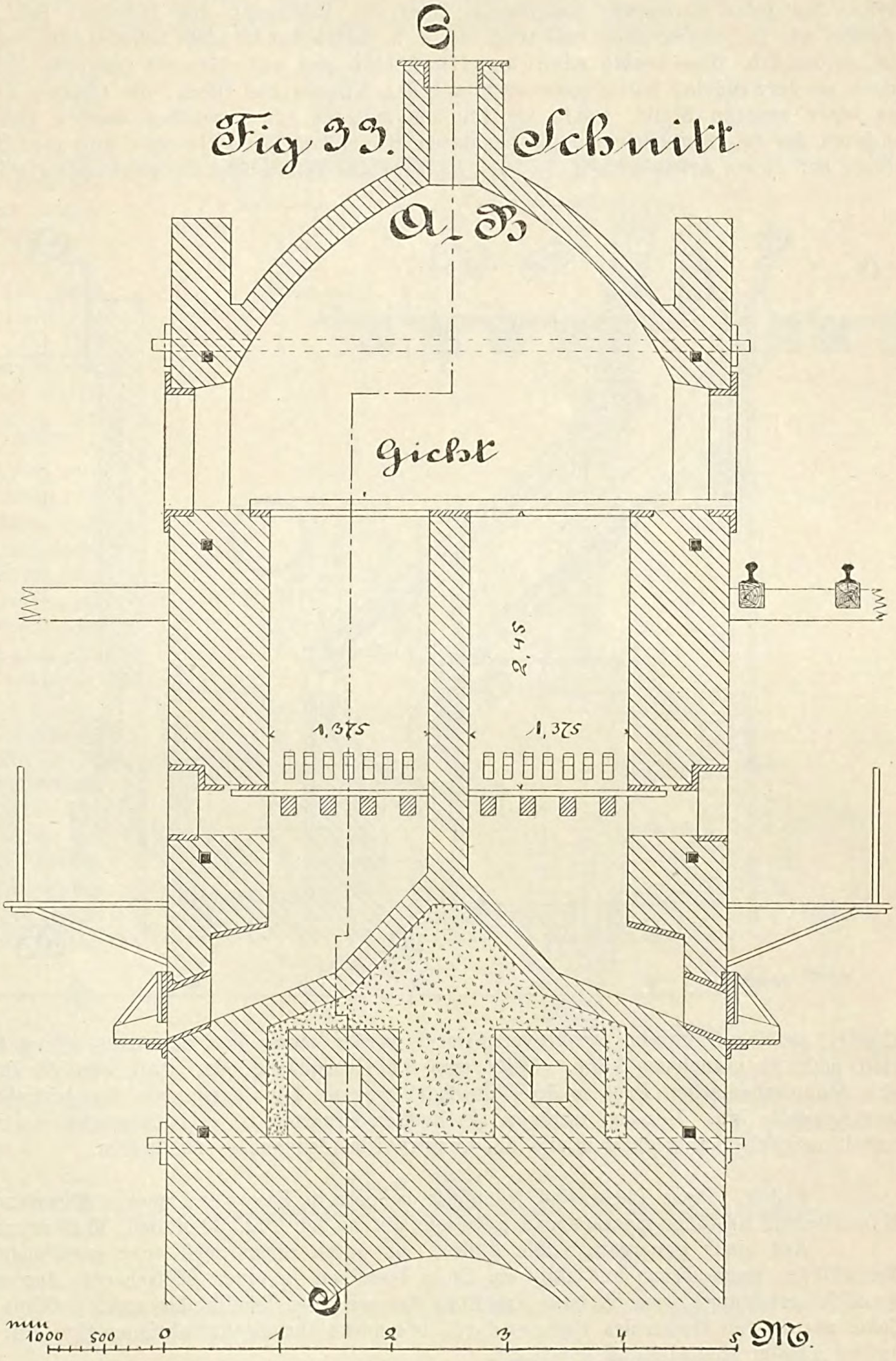
hältnisse sagt man sich, dass nicht gut ein allen lokalen Anforderungen sich besser anpassender Apparat construirt werden konnte.

Gruner jun. (a. a. O. S. 546) specificirte in klarster Weise die Bedingungen, welche das Rösten der Spatheisensteine mit Hochofengasen an den Apparat stellt.

Die Gase haben eine schwache Pressung und vermögen dichte aber sehr hohe Schichten von Erz nicht zu durchdringen. Erzklein kann mithin in Schachtöfen nicht auf diese Weise geröstet werden, Gröbe nur in geringer Höhe. Da die Gase nur zur Seite eingeführt werden können, ist, um die Erzsäule durchdringbar zu erhalten, der Ofen schmal zu machen, mithin kann der Apparat nur die Form der Appoltcokesofen-Schächte haben (siehe weiter unten 3. Abschnitt).

Die Reibung an einer relativgrossen Wandfläche muss vorhanden sein, um die leicht zerreiblichen Erze dennoch möglichst locker und lose niedergehen zu lassen. Es ist hier nicht möglich über eine gewisse Schütthöhe überhaupt hinauszugehen und bewähren sich die Oefen auf das Beste.

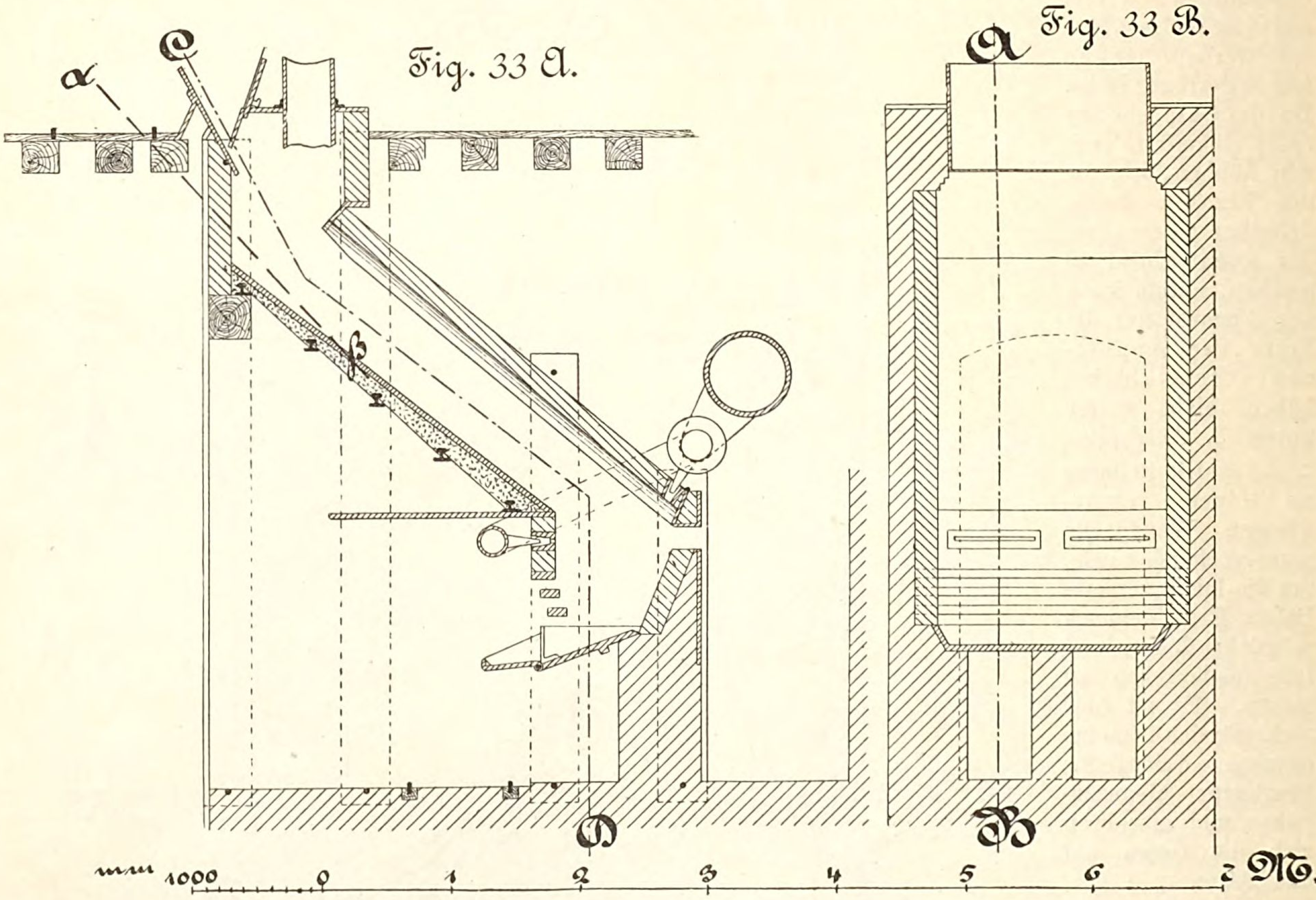
Auf der Fürstl. Schwarzenberg'schen Anlage Trofaiach hat man diese Oefen auch zeitweilig zum Brennen der Zuschläge verwerthet und den gebrannten Kalk ebenfalls direkt auf die Gicht gegeben.



Wo die Oefen auf dem Gichtplateau sich befinden, wird auch der Eisenstein noch heiss gegichtet und die seit Einführung der Oefen bemerkte Ersparniss an Brennstoff bei der Roheisenerzeugung ist eine nicht geringere Errungenschaft bei der Benutzung der Fillafer'schen Apparate.

§ 385. Um Erzklein mit den schwachgespannten Hochofengasen zu rösten, bedarf es natürlich solcher Oefen, bei denen von einer hohen Schichtung ganz abgesehen werden kann. Es können dies nur Flammöfen sein, also Apparate von gewöhnlich nicht continuirlicher d. h. unrationeller Wirkung.

Man muss jede Verarbeitungsportion in den Ofen und wieder aus dem Ofen bringen und unterbricht bei jeder Entleerung und darauf folgender Besetzung den Betrieb. Bei Apparaten dieser Art, welche wie im vorliegenden Fall trockene, d. h. festbleibende, nicht schmelzende Substanzen einschliessen, ist es möglich, diese vorhin nicht continuirlich und unrationell genannte Arbeit in eine continuirliche zu verwandeln, indem man eventuell den Einsatz des Ofens, die Charge an einer Stelle einlegt, an einer anderen Stelle, wohin sie von der ersteren aus geschoben werden kann, herausnimmt. Die meisten der im Grosshüttenbetrieb benutzten Röstöfen für pulvrige und mehlige Erze sind neuerdings auf dieses Arbeitsprincip basirt. Es wird das anfängliche Constructionsprincip hierbei nur insofern



alterirt, als der Ofenraum soweit vergrössert werden muss, dass er anstatt eines Arbeitsquantums, zwei resp. mehrere aufnehmen kann. Neigt man die Heerdfläche oder stuft man sie ab, so erleichtert man sich den mechanischen Process des Vorwärtsbewegens der Charge von der Aufgebestelle nach der Entleerungsstelle hin. Bei den weniger werthvollen Erzarten ist es naturgemäss vortheilhaft, die manuelle Arbeit möglichst zu reduciren und die Construktion demgemäss zu ändern.

§ 386. Diese Ideen sind jedenfalls bei der in Eisenerz zuerst angewandten Construktion der Moser'schen Röstöfen maassgebend gewesen, die in den Fig. 33 *A* und 33 *B* dargestellt ist.

Auf einer geneigten Sohle gleitet das durch einen Schütttrog passirende Erz in einem flachüberwölbten Raum herab und fällt am Ende desselben in einen Füllschacht, der mit einer bequemeren Ausziehvorrichtung versehen ist. Am Fuss des schrägen Theils des ganzen Ofens tritt sowohl an der Sohle als an der Decke des Raumes durch besondere Brennconstruktionen Gas ein, das einer alle Oefen bestreichenden Hauptleitung entströmt.

Der nothwendige Luftzutritt erfolgt durch rostartige Schlitze im Sammelraum des Erzes und durch eine in der Ofenbrust liegende Störöffnung, welche zur Beobachtung und Regelung des Vorrückens angelegt ist.

Wegen vorhandener Niveauverhältnisse konnte dem Ofen von Moser nur eine relativ nicht bedeutende Länge gegeben werden und so entweicht sehr viel unbenutzte Wärme.

Man würde mit den abgehenden Gasen eine Kesselheizung noch ganz wirksam unterstützen können.

§ 387. Bemerkenswerth ist, dass man praktischer Weise dem nassen Erzklein eine andere Neigung geben müsste als dem schon getrockneten oder gar bereits gerösteten Erz. Desshalb hat auch der Construkteur dieser Gasflammöfen die Sohle gebrochen und ihr oben 48—50⁰, unten 35—38⁰ gegeben. In der Skizze ist hierauf keine Rücksicht genommen worden; nur eine punktirte Linie $\alpha\,\beta$ deutet das gegenseitige Verhältniss beider Flächen an.

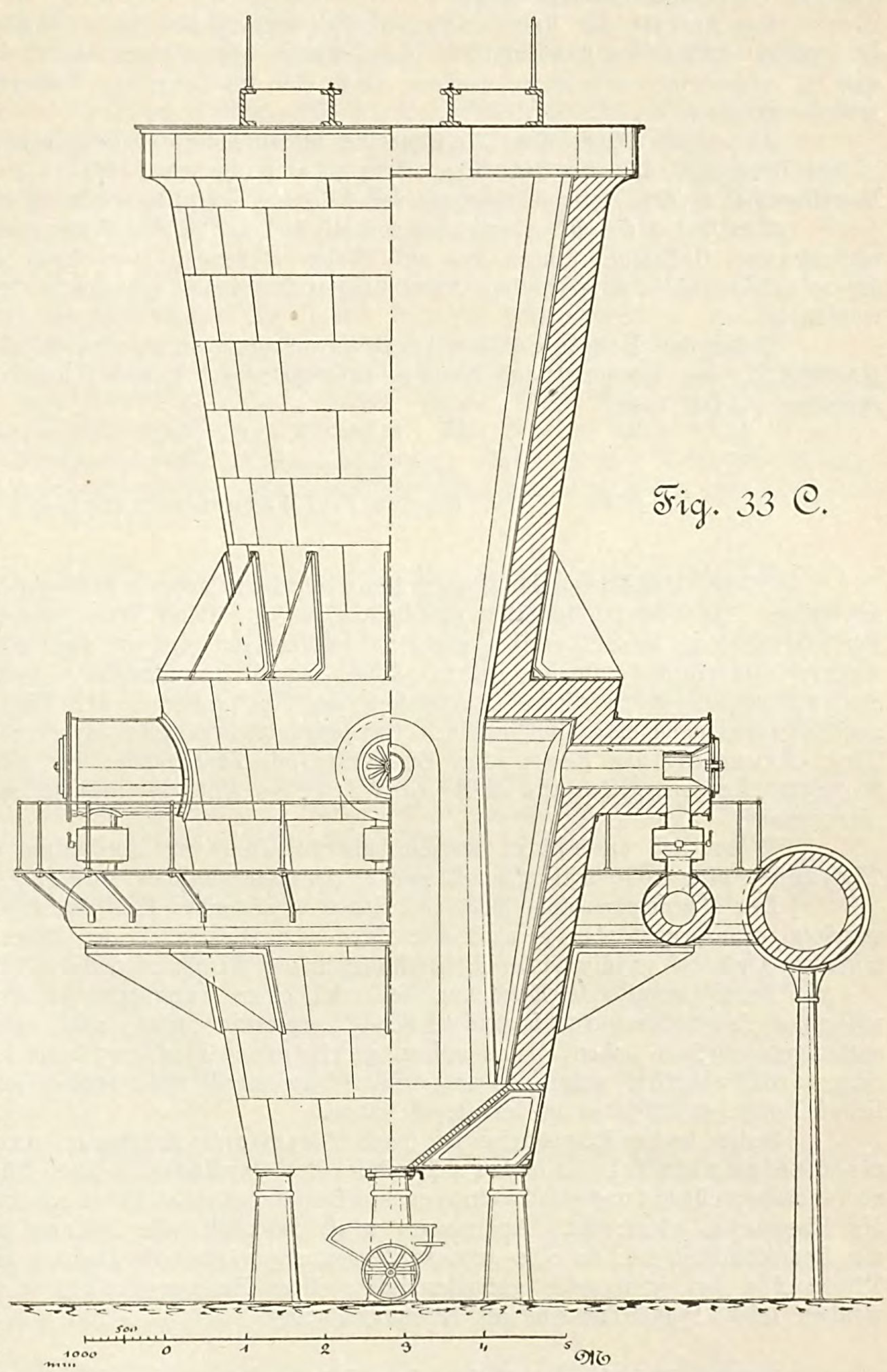


Fig. 33 C.

Anfänglich hat man nur eine Trocknung der Erze beabsichtigt, da 16—20% Feuchtigkeit in schlechter, 9—10% in guter Jahreszeit ausreichen, um die Operation für Holzkohlenhochöfen zu lohnen. Als man sah, dass ein Ofen von $2\frac{1}{2}$—3 m Fläche eine fast vollständige Röstung der Eisenerze gestattete, betrieb man auch diesen Process und gewann durch Unterdrücken der anfänglich angeordneten Lignitfeuerung am Unterende einen halben oder einen Meter Böschungsfläche mehr.

Da das Erz nur 12—14 cm hoch liegen darf und da ein Ofen, wie der gezeichnete, ca. 100—125,000 Kilos getrocknetes und halb geröstetes Erz per Woche gibt, so bleiben die Materialien nur 3—4 Stunden im Ofen und eine vollkommene Röstung würde obige Produktion auf 45—50,000 Kilos herunterdrücken.

Aus Allem, was angeführt werden konnte, geht hervor, dass der Moser'sche Ofen, wofern er eine grössere Heerdlänge erhält, produktiver wird und gleichzeitig besser arbeitet, d. h. vollständiger röstet.

In seiner Heimath Eisenerz wollte man das Erz nicht nochmals heben (obwohl eine blosse Verlegung der Förderbahn diesem Uebelstand ein für allemal abgeholfen hätte) und zwängte den Röstofen gewaltsam zwischen das Bahnniveau und das ebenfalls vorhandene Gichtenniveau der Hochöfen ein.

§ 388. Die Erfolge der Gasröstung bei den Eisenspäthen, mehr noch die gleichen Resultate bei den Magneteisensteinen haben bei Civil-Ingenieuren des Bezirks von Middlesbro' die Idee hervorgerufen, auch für die Cleveland-Eisensteine, die in den Gjers'schen und Borrie'schen Oefen

geröstet zu werden pflegen, die Gasfeuerung vorzuschlagen, da die dortigen Hochöfen ganz gut in Stande sind, ausser für die Kesselfeuerung und für die Winderhitzung auch noch Gase für einen anderen Zweck abzugeben.

Frühere Versuche in dieser Richtung hatten keinen Erfolg gehabt, doch haben Howson und Wilson in den letzten Jahren den in Fig. 33 *C* halb in der Ansicht, halb im Durchschnitt dargestellten Ofen vorgeschlagen, welcher nachstehende bemerkenswerthe und dem Erfolg voraussichtlich günstige Eigenthümlichkeiten zeigt.

Die Aufgabe der Erze erfolgt in dem conisch sich bis oberhalb des Gaseintritts verjüngenden Oberschacht und rollen die Erzstücke dann wieder etwas auseinander, da der Unterschacht nicht allein sich im Allgemeinen erweitert, sondern auch vier nischenartige Nebenräume hat, in welche die Gasbrenner münden.

Aus einem längs der Röstofenreihe hinlaufenden Hauptgasrohr, wird für jeden Ofen das Gas in ein Ringrohr, das um den Ofen herumgeht geführt und tritt von da aus vertical und durch ein Regulirventil in den Brenner, der mit verstellbarer centraler Luftzuführung versehen ist.

Der Boden des Ofens ist flach conisch und hat in der Mitte eine kreisrunde, mit einem Schieber verschlossene Oeffnung. Unter den auf Säulen stehenden Ofen kann ein Aufgebewagen fahren, nach dessen in der Skizze mitgetheilten Abmessungen der Maassstab, der im Original fehlt, ungefähr construirt worden ist.

Ueber den Betrieb dieser Apparate verlautet bisher Nichts, so dass namentlich in Betreff der Möglichkeit, den Hochöfen das Röstgas entnehmen zu können, keinerlei sichere Vermuthung ausgesprochen werden kann.

Rösten der Magneteisensteine.

§ 389. Das Rösten der Magneteisensteine ist in neuerer Zeit sehr vervollkommnet worden, nachdem es längere Zeit hindurch in meist unvollständiger und roher Weise betrieben worden war. Die grössten Fortschritte sind in Schweden gemacht worden von wo aus auch die bewährten Ofenconstruktionen weitere Verbreitung gefunden haben. Diese technischen Resultate haben auch in Schweden zuerst eine neuere wissenschaftliche Bearbeitung des Röstprocesses der Eisenerze veranlasst, wobei naturgemäss vorwiegend die einheimischen Oxydoxydule berücksichtigt worden sind. Dieser Bearbeitung: Rich. Akerman, das Rösten der Eisenerze (mit Zustimmung des Verfassers aus dem schwedischen übersetzt) Leipzig, Quandt & Händel 1880 — sind die nachstehend angeführten Erfahrungssätze entnommen.

Wesentlich unterstützt wurden die Arbeiten von Akerman durch die Untersuchungen von Tholander über die Reduktion der Eisenerze (Deutsch von Jos. von Ehrenwerth, Wien 1873, Hölder).

Der Magneteisenstein lässt sich durch oxydirendes Erhitzen zwar vollständig in Eisenoxyd verwandeln, beansprucht aber je nach dem Grade der Dichtigkeit des Erzes eine längere Zeit und wird trotzdem auch bei oxydirendster Behandlung in der Praxis niemals vollständig oxydirt.

Durch anhaltende Erhitzung bei reichlichem Luftzutritt kann man sich dem Ziel allerdings nähern, doch ist dabei eine besonders hohe Temperatur nicht einmal erwünscht, da Tholanders Untersuchungen ergeben haben, dass schon gebildetes Eisenoxyd in höherer Temperatur wieder Sauerstoff abgibt, wenn das umgebende Gasgemisch nicht reicher an Sauerstoff ist als die gewöhnlichen Röstschachtöfen es in der Regel haben.

Sehr hohe Rösthitze ist nach Akerman's Erfahrung nur für kalkhaltige Magneteisensteine nützlich; es bilden sich schliesslich Oxydkalke, welche Tholander bei seinen Versuchen zuerst dargestellt hat und welche eine gewisse Beständigkeit zu haben scheinen, die sich der Sauerstoffabgabe des Eisenoxyds widersetzt. Andrerseits trägt jedenfalls die Bildung dieser Eisenoxydkalke nicht zur Reduktibilität bei, da eine gewisse Zersetzungswärme zur Lösung des Verhältnisses erforderlich ist. Tholander hat wenigstens gefunden, dass diese Eisenoxydkalke bei nicht sehr hoher Temperatur weniger leicht reducirbar sind als Eisenoxyd selbst.

§ 390. Bei dem versuchsweisen Rösten der verschiedensten schwedischen Magneteisensteine fand man nach Akerman, dass die Oxydation um so grösser, je mehr Oxydul und mehr Mangan und Kalk im Erz nachzuweisen war.

Was das Plus an Oxydul anlangt, so kann dasselbe wohl nur von den Vorhandensein von Eisenoxydul-Silikaten herrühren, die der Erzsubstanz beigemischt sein dürften. Akerman gibt dies auch zum Theil zu, scheint aber auch Magneteisensteine mit mehr als einem Aequivalent FeO auf ein Aequivalent FeO_3 vorauszusetzen.

Was die Rolle des Manganoxyduls anlangt, so ist aus der an sich grösseren Verwandschaft des Mangans zum Sauerstoff von selber zu folgern, dass sich Manganoxydoxydul rascher und vollständiger bilden wird, wie die entsprechende Eisenverbindung.

Der Kalkgehalt der Erze wirkt nach Akerman wesentlich durch die Fixirung des Eisenoxyds als Eisenoxydkalk oder durch die Austreibung des Oxyduls aus dem Magneteisenstein und die Höheroxydation desselben. Man kann aber auch behaupten, dass, da nach Tholander der relative Sauerstoffgehalt der Röstatmosphäre auf die eventuelle Sauerstoffabgabe des bereits gebildeten Oxyds einwirkt, die aus dem Kalk entweichende Kohlensäure nicht ohne Einfluss sein kann. Sie wird den Sauerstoffgehalt der Röstatmosphäre steigern und dadurch die Reduktion bereits gebildeten Eisenoxyds schmälern.

§ 391. Ausser der blossen Oydation verfolgt man bei der Magneteisenstein-Röstung sehr häufig den Zweck der Entschwefelung. Für diesen Fall genügt bei dichten grossstückigen Erzen, wie sie dem Hochofenbetrieb später conveniren, nicht bloss die Erhitzung zur gelbrothen Hitze, die Akerman als ausreichend und günstig für die Magneteisenstein-Röstung ansieht, sondern es muss unter möglichst erweitertem Luftzutritt bis an die äusserste Grenze der ohne erhebliche Sinterung möglichen Rösttemperaturen gegangen werden.

Man darf nie vergessen, dass die Entfernung des über das einfache Schwefelmetall hinausgehenden Schwefelgehaltes leicht, die Beseitigung des Restes dagegen sehr schwer ist und abgesehen von der Festigkeit des Verwandschaftsgrades von allen möglichen Einflüssen noch gehindert wird.

Nach den Erfahrungen beim Rösten der Schwefelmetalle überhaupt bilden sich nach Entfernung resp. Verbrennung eines Theils des Schwefels Sulfate, welche durch höhere Erhitzung erst zerlegt werden können, besonders Zinksulfat (Silbersulfat) und Bleisulfat. Die Radicale der gewöhnlich in den Magneteisensteinen vorkommenden Schwefelmetalle, Eisen und Kupfer, bilden die am Leichtesten zersetzbaren Sulfate, setzen aber doch der vollkommenen Entschwefelung Hindernisse entgegen (cf. Akerman a. a. O. S. 16).

§ 392. Zu dieser Schwierigkeit, schwefelmetallhaltige Eisenerze von dem Schwefelgehalt in wünschenswerthem Maasse zu befreien, gesellt sich noch der Einfluss einzelner Bestandtheile der Erze. Ist Kalkcarbonat in den Erzen (Urkalk tritt bei manchen skandinavischen Erzen als Bestandtheil auf) so bildet sich in hoher Temperatur Kalksulfat (Gyps) und dieses ist für die in einem Eisenerz-Röstofen zulässigen Temperaturen unzersetzbar. Es ist das eine beim Rösten der Schwefelmetalle in der Blei- und Zinkindustrie bekannte Erfahrung, dass kalkige Schlieche stets einen sehr viel bedeutenderen Rückhalt an Schwefel zeigen als saure, kiesel- resp. silikatreiche.

Alle die erwähnten Schwierigkeiten würden noch zu überwinden sein, wenn es anginge, die Eisenerze als Pulver oder Schlieche zu verarbeiten. Dies ist aber aus anderen Gründen unausführbar, wenigstens sehr kostspielig und nur in Ausnahmefällen in Erwägung zu nehmen. Die Röstung der Magneteisensteine, die ja meist massig brechen und gewonnen werden, findet stets mit Stückerzen statt und desshalb nicht unter Umständen, welche einem zur vollen Entschwefelung nothwendigen Oxydationsprocess günstig sind.

Zinkblenden, Bleiglanze, Kiese, Steine und Leche der Fabrikation von Blei und Kupfer, werden in Flammöfen unter grosser Entwickelung der Berührungsflächen von Erz und Atmosphäre behandelt, während für die Eisenerze der Flammofenprocess zu kostspielig und mit Stückerzen, die der Hochofenbetrieb bevorzugen muss, nicht ausführbar ist.

Unter allen Umständen verlangen kieshaltige Stückerze desshalb eine hohe Temperatur zur wenigstens theilweisen Entschwefelung.

§ 393. Zum besseren Erfolg dieser Operationen tragen nun die folgenden Umstände bei, welche auch bei Akerman discutirt werden (S. 27):

Porosität der Erze;
Eingemengte Kohle;
Einfluss von Wasserdämpfen bei der Röstung;
Anschluss eines Auslaugeprocesses an den Röstprocess.

Von diesen begünstigenden Verhältnissen liegen nur die beiden Letzten im Belieben des die Röstung Ausführenden, da die Erze ebensowohl dicht als porös auftreten und da ein Zusammenvorkommen mit Kohle bei den Magneteisensteinen nicht bekannt ist, ein künstlicher Kohlezusatz aber eben nur bei feinvertheiltem Erz wirkt, also bei Schliechform.

Es bleiben der technischen Behandlung des Röstprocesses der schwefelhaltigen Magneteisensteine mithin nur zwei Wege übrig, den Erfolg des Röstens zu steigern — das Rösten mit Wasserdampf und das Combiniren des Röstens mit einem Auslaugeprocess.

§ 394. Das Rösten mit Wasserdampf gründet sich auf die Voraussetzung, dass glühendes Schwefeleisen (als FeS anzusehen) und Wasserdampf, Schwefelwasserstoff und Eisenoxydul resp. Eisenoxydoxydul bilden. Der Vorgang, der sich durch die nachstehende Gleichung ausdrücken lässt:

$$FeS + H_2O = FeO + H_2S$$

ist ein sehr plausibler, verlangt aber bei der grossen Vertheilung des FeS (wenn überhaupt alles FeS_2 in FeS übergegangen sein sollte) einen Ueberschuss von H_2O in Dampfform, mithin einen grossen Aufwand an latenter Wärme und an Erhitzungswärme. Dieser Umstand steigert die Kosten der Röstung so erheblich, dass man an der Wasserdampfarbeit beim Rösten nirgends festgehalten hat.

§ 395. Wohlfeiler, aber immer einen gewissen Aufwand an Löhnen und Verzinsung von Anlagen erheischend, zudem an das Vorhandensein nicht weiter benutzter Wasserläufe gebunden, ist das Röstungs- und Auslaugungsverfahren, welches mit Erfolg eigentlich nur in einem Falle angewandt worden ist.

Dieser Fall kommt weiter unten bei der Erzlaugereimethode zur summarischen Besprechung.

Aus all dem Gesagten geht hervor, dass die Magneteisenstein-Röstung wohl von Vortheil ist, da sie die Reduktibilität der Erze erfahrungsgemäss vergrössert; dass aber alle Ziele der Röstung nicht erreicht werden können und dass man sich mit dem Erreichbaren begnügen muss.

§ 396. Die Ausführung des Processes anlangend, so ist hervorzuheben, dass die Röstung meist in Oefen geschieht, wiewohl auch früher eine Haufen- resp. Stadelröstung versucht wurde.

Haufenröstung der Magneteisensteine.

§ 397. Ein älteres Verfahren, Magneteisensteine in dieser einfachen Art zu rösten, schildert Martini in der Preuss. Zeitschrift I. 198.

Die rohen Magneteisensteine des Zechenbergs bei Johannisberg, unweit Landeck, wurden in runden geschlossenen Röststadeln von ptr. 2 m Höhe, 3 m Weite, am Boden mit 8 Zuglöchern versehen, mit Holz und Holzkohlenabfällen eingeschichtet und abgeröstet.

40000 Kilos Erz erforderten nur ca. 1 Klafter Holz und 10 Raumtonnen Holzkohlenabfälle, weil jedes stärkere Rösten leicht eine Verschlackung der Erze hervorbrachte.

Hierauf pochte man die Erze auf einem Nasspochwerke zu Schliech von möglichst feinem Korn; die aus Stahlstäbchen bestehenden Pochsiebe, wovon je eins hinter 3 Stempeln stand, waren so eng, dass der Zwischenraum nur $^1/_{64}$ □Zoll = 14,2 □mm betrug. Die Zerkleinerung und Auswaschung beseitigte schon an sich eine Menge mineralischer Verunreinigungen, unter denen namentlich Phosphate vorkamen. Das in der Mehlführung und im daran stossenden Sumpf sich absetzende Erzpulver wurde nochmals auf einem Schlämmgraben, der am Kopfende eine schiefe Ebene von 0,80 m Länge und 0,315 m Neigung hatte, gewaschen, wobei die weggehenden feinsten Schlieche noch in einer Mehlführung und in einem Sumpfe aufgefangen wurden.

Die Kosten dieses Wäschverfahrens excl. Röstung betrugen auf 1000 Kilos Erz etwa 0,50—0,75 Mark, wobei noch zu bemerken ist, dass der ganze Betrieb einen nur geringen Umfang hatte und das Quantum des jährlich verschmolzenen Erzes nicht über 500,000 Kilos im alleräussersten Falle betrug.

Wedding beschreibt (a. a. O. S. 429) nach Mayrhofers Originalangaben die Haufenröstung der Magneteisensteine zu Witkowitz, welche im Gegensatz zu der früher beschriebenen Anordnung der Sphärosideritrösthaufen eine höhere Erzschüttung und die Anlage gleichmässig vertheilter Feuergruben im Inneren des Haufens (abgesehen von wiederholter Einlagerung kleiner klarer Holzkohle) zeigten.

Der Verbrauch ist auf 1000 Kilos Erz 0,0056 Kubikmeter Zündholz, 7,2 Kilos Mittelkohle (Steinkohle in Stücken von 3—9 österr. Cubikzollen) und 37 Kilos Holzkohlenlösche.

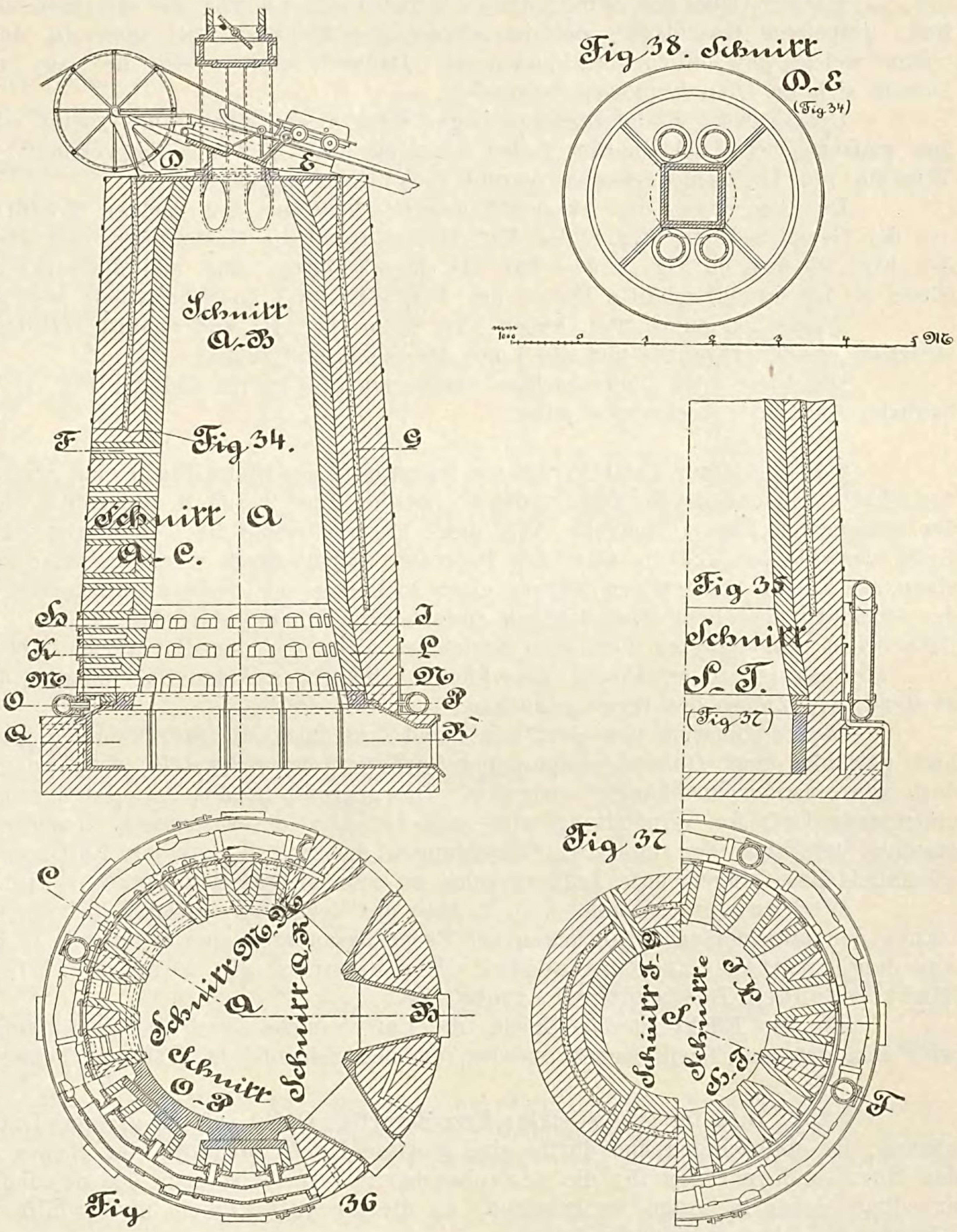
Rösten der Magneteisensteine in Oefen.

§ 398. Die Magneteisensteine sind frühzeitig in Oefen geröstet worden, da schon die ersten Erfahrungen auf die Nothwendigkeit hinwiesen, eine nicht zu niedrige Temperatur anzuwenden. Massgebend für den Gang der Operation wie für die Construktion der Apparate sind hier lediglich die Erfahrungen in den Ländern, welche fast ausschliesslich Magneteisensteine besitzen und verwerthen.

Obenan steht Schweden, dann folgt in Europa und dem angrenzenden Asien der Ural, während in Amerika es die (S. 24 u. ff.) angeführten Bezirke hauptsächlich sind, welche diese Erzsorte verarbeiten.

In Schweden hat die Verröstung der Magneteisenerze einen eigenthümlichen Verlauf genommen, dadurch, dass fast nur gasförmiger Brennstoff verwendet wird. Die mit Holzkohlen gespeisten Hochöfen, meist an wasserreichen Flüssen liegend, bedürfen nur selten der Dampfmaschine als Motor und können daher die Hochofengase ausser zur Winderwärmung zu einem anderen technischen Zwecke benutzen.

Anfänglich hat man wohl auch mit Kleinkohle geröstet und Akerman bespricht in seiner schon citirten Brochüre (S. 49 u. ff.) die ältesten schwedischen Röstöfen und ihre successiven Wandlungen bis zu den jetzt gebräuchlichen Apparaten. Von dem daselbst beschriebenen Schedin'schen Ofen ging man zum Sefstroem'schen und zum von af Uhr modificirten Flammröstofen mit Holzfeuerung über, bis nach z. Th. nicht geglückten Versuchen von Starbaeck Steffanson u. A. 1851 der erste Westman'sche Gasröstofen in Betrieb kam, der seitdem ebenfalls vielfach modificirt worden ist.



§ 399. Dieser Ofen, welcher die bei den ersten und ältesten Röstöfen gemachten Erfahrungen berücksichtigt und damit die im Bezug auf Gasverbrennung in neuerer Zeit erdachten verbesserten Einrichtungen verbindet, ist auf Taf. III wie auch in den Fig. 34, 35, 36, 37, 38 dargestellt worden. Beide Darstellungen unterscheiden sich im Construktionsprincip des Ofens selber nicht, wohl aber in einzelnen zusätzlichen Details, besonders der Essenanlage und der Einrichtung der Aufgebevorrichtung. Es erschien nicht unwichtig, die beiden Darstellungen zu geben, von denen die Fig. 34—38 jedenfalls ein anderes Exemplar des Ofens betreffen als die auf der Tafel III gegebenen, mit Maassen versehenen Darstellungen. Die Letzteren entstammen der authentischen von Wedding (Eisenhüttenkunde Bd. I. 2, S. 485) gegebenen Zeichnung, während die eingedruckten Fig. 34—38 dem citirten Werke von Akerman Taf. II entnommen sind und genauere Grundrisse geben.

Wie aus der Fig. 34 und aus Fig. 1 der angezogenen Tafel hervorgeht, besteht der Ofen aus einem nach unten weiter werdenden kegelförmigen Schacht mit aufgesetzter hoher Esse. Die Gicht, über welcher ein Aufgebetrichter hängt, liegt fast 7 Meter über der inneren Sohlenfläche und das anfänglich dicht liegende Erz rückt beim Herabsinken immer mehr auseinander, um trotz der Sinterung dem aufsteigenden oxydirenden Strom einen stets wachsenden Einfluss zu gestatten.

In dem allmälig stärker sich erweiternden Theil des Unterschachtes münden zu unterst, aus dem kranzförmigen Trageisen des Kernschachtes hervortretend 24 kleine Oeffnungen, welche als Windformen dienen. Dieselben sind in den Zeichnungen nicht besonders angegeben, aber ohne Weiteres verständlich; sie liegen ungefähr in der Höhe des Schnittes Fig. 6 der Taf. III und etwas über dem Schnitt *OP* der Fig. 34 und 36. Die Trageisensegmente empfangen den Wind durch auf- oder absteigende Röhren (je nach der ursprünglichen Lage der Windleitung).

Darunter liegen die mit eisernen Zargen armirten Ziehöffnungen; dieselben sind in gleichen Abständen von einander vertheilt, so dass ihre Axen sich unter 60^0 gegenseitig schneiden.

§ 400. Ueber den Windeinlässen befinden sich zunächst die aus einem um den Ofen herumgelegten Rohr gespeisten Gaszulässe, die in gebrochener Richtung von unten in eine breitere Arbeitsöffnung treten, welche gewöhnlich verschlossen ist. Dadurch mischen sich die Gase bereits mit etwas Luft und können sich im Ofen bequemer entzünden.

Ueber dieser Reihe Zugänge liegen noch zwei Reihen von Arbeits- oder Störöffnungen und um den ganzen Oberschacht herum finden sich, ebenfalls gleichmässig vertheilt, und unter gegenseitigen Winkeln von 120^0 eine grössere Anzahl von Visiren angebracht.

Die Anordnung der Ausziehöffnungen erhellt aus dem rechten Grundrissdrittel der Fig. 36 und aus der Grundrisshälfte Fig. 8 der Taf. III, während die Gasleitung sowie die Gasdüsen im Schnitt *OP* der Fig. 36 und in Fig. 7 der Taf. III durchschnitten sind und die eigentlichen Einmündungen des Gases in der Grundrisshälfte Fig. 5 der Taf. III, sowie im Schnitttheil *MN* der Fig. 36 erscheinen.

Wie schon angedeutet, geben Fig. 6 der Taf. III und Schnitt *OP* der Fig. 36 z. Th. die Construction des Tragkranzes und die Lage der Gebläseluftzulässe.

Die Visire des Oberschachtes erscheinen in Fig. 38 und der Fig. 4, Taf. III, sowie auch die bauliche Anlage des Schachtes selbst.

§ 401. Auf der Taf. III trägt das Hauptprofil des Ofens, Fig. 1 eine gemauerte Esse über der Gicht; doch hat schon damals Westman die Disposition Fig. 2 und 3 angegeben als eventuell an die Stelle der gemauerten Esse zu setzen. Wie diese Figuren sowie die Textfiguren 34 und 38 angeben, ist die Gicht verschlossen und die Gase des Processes ziehen durch vier, paarweise seitlich stehende Säulen in einen als Kasten construirten Träger einer schlanken mit Steinen gefütterten Blechesse. Die Wartung des Ofens an der Gicht wird dadurch einfacher und man bedarf des in Fig. 1 Taf. III erkennbaren, im Ofen selbst aufgehängten Vertheilungstrichters nicht, der ohnedies vermuthlich rasch zerstört wurde.

Noch ist zu erwähnen, dass kleine Schieber, auf den Gaseinlässen der unteren Störöffnungen gleitend, den Zulass des Gases reguliren.

Die Combination von Gebläseluft und frei durch die Störöffnungen einströmende Luft ist desshalb gewählt, damit Gasverbrennung und Oxydation des Schwefels, wenn nicht von einander getrennt, doch von einander unabhängig verlaufen. Die gepresst in das herunterrückende noch ganz heisse Erz eintretende Luft der Windleitung wird zunächst die Gasverbrennung alimentiren, obwohl bei nicht constantem Verschluss der untersten Störöffnungen das Gas bereits mit Luft gemischt eintritt und wahrscheinlich diese eingemengte Luft zunächst zu seiner Oxydation benutzen wird.

Wedding präcisirt (a. a. O. S. 486) das Verhältniss anders, doch dürfte die hier gegebene Auslegung den allgemeinen Erfahrungen bei Feuerungsanlagen eher entsprechen, da erwärmte Gemische aus comburenten Gasen unbedingt eher brennen als wenn die Mischung mit einem neu hinzutretenden Bestandtheil erfolgt ist.

Für den Effekt ist das gleich; die Luft, welche durch die Störöffnungen überhaupt einströmt, wird zum grössten Theil benutzt werden, um den Schwefel in dem sehr heissen Erz zu oxydiren.

§ 402. Dass für grossstückige Erze derartige Oefen auf viel grössere Dimensionen gebracht werden können, ist einleuchtend und dürfte eine gewisse Proportionalität hier ebenso am Platze sein, wie bei den Borrieschen Oefen für die Clevelanderze. Doch ist auch das physikalische Verhalten der Erze unbedingt dabei im Auge zu behalten, da die Grossstückigkeit nichts hilft, wenn nach geschehener Röstung die Erze auseinander fallen.

Einzelne unter den uralischen Erzen, z. B. die des Goroblagodat sind schon im rohen Zustand mürb und klüftig; dieselben werden in den Westman'schen Oefen nicht die Resultate geben, welche mit den skandinavischen Erzen erzielt worden sind. Jede Dimensionsvergrösserung muss ganz vorsichtig aufgefasst werden. Tunner in seinem uralischen Reisebericht (Leipzig, Felix 1871) bespricht an mehreren Stellen die Ungleichmässigkeit der dortigen Magneteisenerze und ihr wechselndes Verhalten. Bei der (S. 113 und 114 besprochnen) Haufenröstung schmelzen einige der Stücke, während andere roh bleiben und vor dem Eintragen in einen der Röstöfen werden sie stets auf Faustgrösse zerschlagen, um einen möglichst gleichmässigen Effekt zu erzielen.

§ 403. Die Betriebsergebnisse der Westman'schen Oefen anlangend, so gab Westman dieselben (Wedding a. a. O. S. 488) folgendermaassen an:

Oefen mit 5 Ziehöffnungen	rösten per Tag	22,500—30,000	Kilos
„ „ 6 „	„ „ „	27,500—36,000	„
„ „ 8 „	„ „ „	35,000—48,000	„
„ „ 10 „	„ „ „	45,000—60,000	„

Der Windbedarf ist sehr gering, da die Pressung noch keinen Millimeter Quecksilber betragen soll (?); über den Gasverbrauch wird Nichts mitgetheilt. Beim Anlassen des Ofens wird mit eingemengter Kleinkohle und Holzfeuer in den Zulässen, der Ofen bis an die Gicht zunächst glühend gemacht, und dann das Gas nach und nach zugelassen, um es stets brennend zu erhalten.

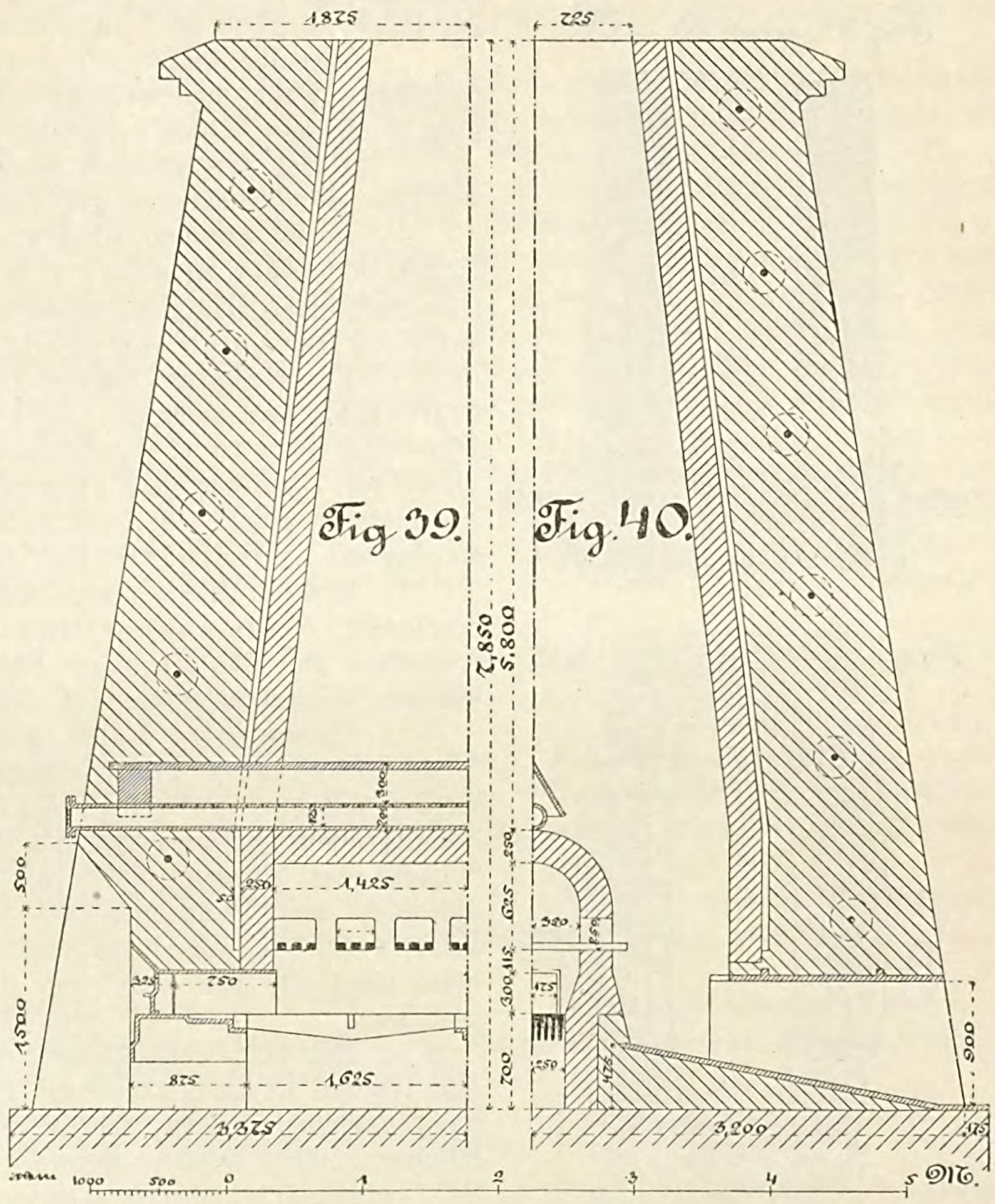
§ 404. Anderweitige Oefen für Magneteisensteinrösten sind vielfach construirt und beschrieben worden. Von denselben mögen die nachstehenden Formen Erwähnung und Darstellung finden.

Für schwefelhaltige skandinavische und russische Erze construirte v. Nordenskiöld einen Ofen, welcher in Fig. 39 und 40 dargestellt ist und die Anwendung des Wasserdampfes bei der Eisenröstung charakterisiren soll, von welcher man allerdings mehr erwartet hatte als nachträglich erfüllt worden ist. Die Entschwefelung geschieht wohl, doch nur, wenn auch der Luftzutritt möglichst unbehindert ist.

Dadurch wird aber der Brennstoffverbrauch sehr stark gesteigert und im Ganzen eine Wärmemenge latent, welche auf die Erze übertragen, auch ohne den Wasserdampf deren Entschwefelung bewirken kann.

Der Ofen, wie er in den beifolgenden Abbildungen skizzirt ist, wurde auf der Vorwaertshütte bei Waldenburg angewandt, um Schmiedeberger Magneteisenstein entschwefelnd zu rösten.

Die S. 13 mitgetheilten beiden Analysen ergaben ca. $7,_{00}$ FeS_2, ein Quantum also, welches wohl dazu drängen konnte, alle Mittel und Wege zu versuchen, um diese reichen Erze zu entschwefeln.



Der Ofen, von einem oberschlesischen Construkteur unter Benutzung der von Scheerer, Metallurgie II, 1, S. 78 gegebenen Verhältnisse des v. Nordenskiöld'schen Ofens entworfen, kam 1856 in Betrieb und ist auch längere Zeit benutzt worden.

Man machte aber die gleichen Erfahrungen wie in Russland und vermochte nur bei starkem Brennstoffaufwand und Anwendung von überhitztem Dampf nennenswerthe Resultate zu erzielen.

§ 405. Weit wirksamer sind die oblongen Röstöfen, welche Tunner in seiner uralischen Reise S. 114 beschreibt, und welche nach einem Princip erbaut sind, das mehr oder weniger das russische Hüttenwesen beherrscht. Der Chef desselben v. Raschette hat mit theilweisem Erfolg versucht, dem Schachtofen mit kreisförmigem Querschnitt, den Schachtofen mit oblongem Querschnitt zu substituiren. Diese zu Gunsten energischerer Einwirkung von Luftzug resp. Gebläse eingeführte Formveränderung des Ofenquerschnittes ist auch auf die Röstöfen ausgedehnt worden, obwohl sie hauptsächlich für die Schmelzöfen erdacht war.

Der Betrieb der in Fig. 41 und 42 dargestellten Apparate erfolgt mit Holz, welches auf 11 Rostfeuerungen verbrannt wird, die im Mauerwerk des Ofens liegen und unter denen sich die Ausziehöffnungen befinden.

Der Boden des Ofens ist flach sattelartig gebildet und mit Eisenplatten belegt, welche sich bis in die Zugöffnungen fortsetzen.

§ 406. Die äussere Construktion anlangend, sind die Oefen, dem bedeutenden Inhalt entsprechend, starkwandig gebaut, auf den Langseiten etwas ausgebaucht, und mit der genügenden, in der Zeichnung nicht weiter angedeuteten Verankerung versehen. Im Original sind allerdings an dem Vertikalprofil Längsanker mit durchschnittener Kopfplatte gezeichnet, doch als absolut unverständlich weggelassen worden. Es ist anzunehmen, dass die Verankerung eine zum Aufgeben des Erzes geeignete Plattform, vielleicht eine vom Erzplatz herführende Gichtbrücke trägt. Eine eigenthümliche in der Skizze 41 angedeutete Geleisanlage auf der Gicht, die Tunner nicht weiter erläutert, scheint zur Bequemlichkeit der Aufgabe mittelst Sturzkarren vorhanden zu sein.

Fig. 41. nach A — B.

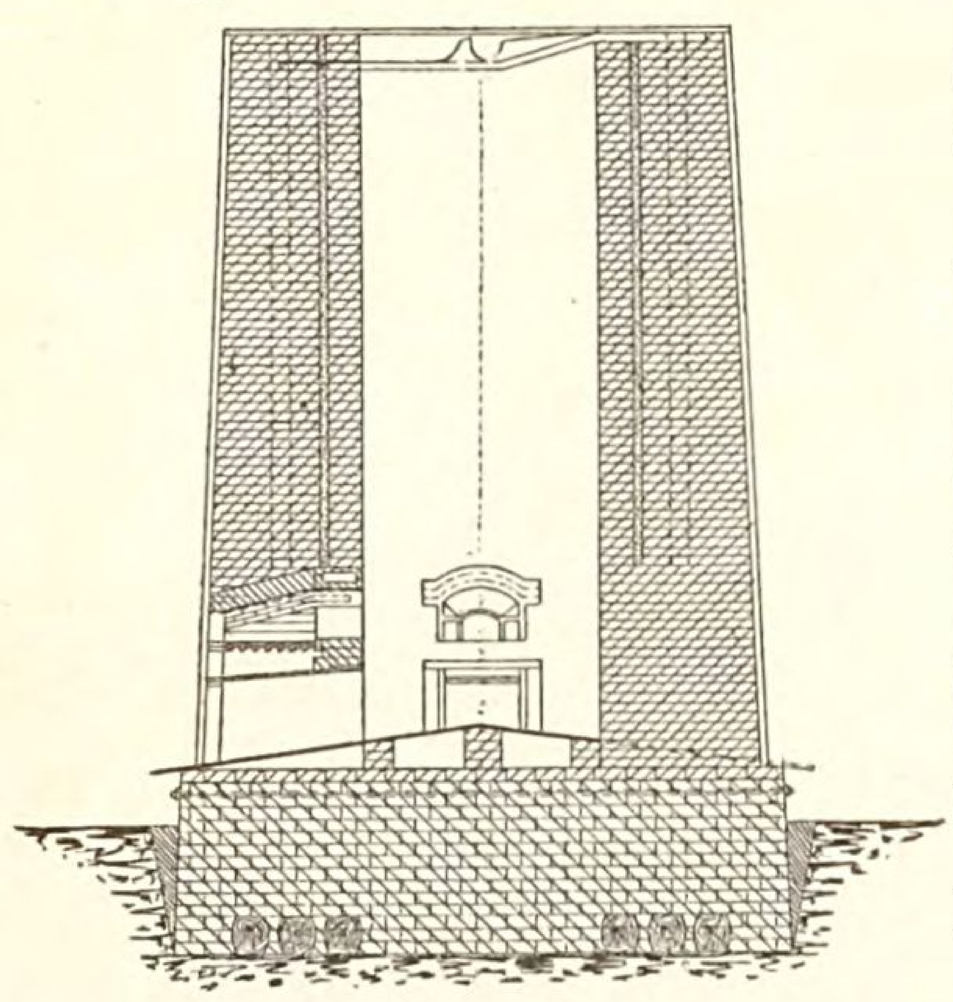
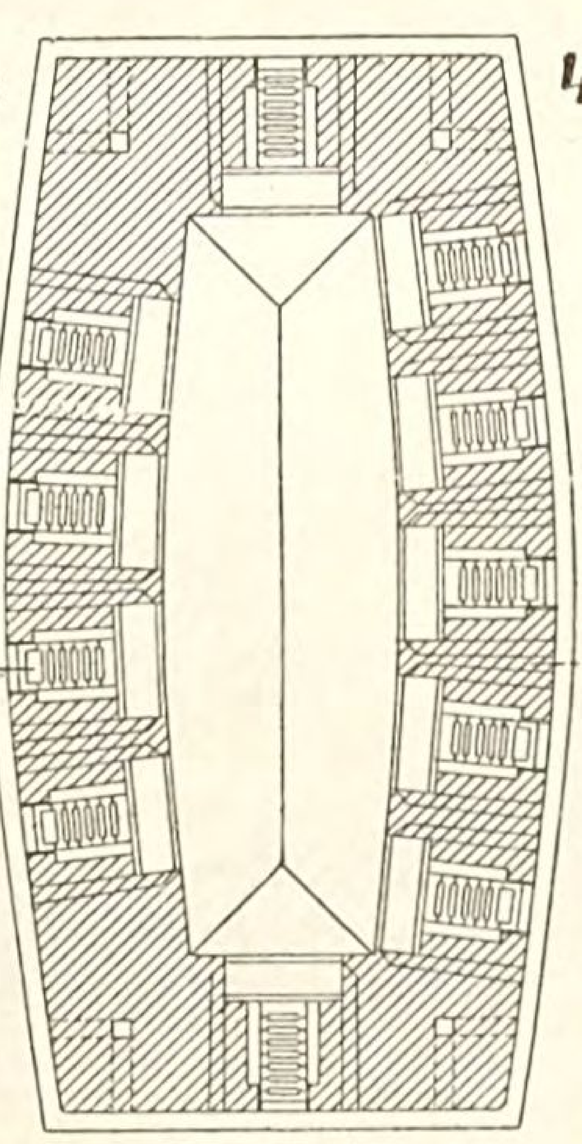


Fig. 42.



A — B

Dieselbe, im Grundriss weggelassen, dürfte sich im Verlauf der Ofenlänge wohl mehrmals nebeneinander wiederholen und besteht in einer mit einer Kippvorrichtung versehenen Gleitschiene.

Ueber den Betrieb macht Tunner nur wenig Angaben, nach welchen ein Zerschlagen gleichmässig auf Faustgrösse stattfindet.

In 24 Stunden werden ca. 1300 W. Centner à 56 Kilos oder 72,800 Kilos durchgesetzt, wobei ein Aufenthalt von 30 Stunden im Ofen stattfindet. Die Erzfassung des Ofens beträgt hiernach 100,200 Kilos auf einen Rauminhalt von ptr. 60 cbm oder 1,800 Kilos pro Cubikmeter.

Ein Cubikfuss Scheitholz = 0,03159 cbm oder den Cubikmeter à 400 Kilos angenommen*) = 12,636 Kilos röstet $3^1/_2$—$4^1/_2$ cm oder 196—252 Kilos Erze, je nachdem die Beschaffenheit mehr oder minder kiesig ist. Im letzten Fall wird auch in dem Uralischen Bezirk die Anwendung einer möglichst hohen Temperatur probat gefunden, also werden die skandinavischen Erfolge bestätigt.

§ 407. Einen eigenthümlichen Röstofen für Magneteisensteine beschreibt Steinmann (Dingler's Journal 1876, II, S. 153) der denselben für die Pirnaer Eisenhütte erbaute, um die Berggiesshübeler Magneteisensteine (S. 14) zu rösten.

Dieser Ofen, Basteigasofen genannt, obwohl er richtiger Ringschachtofen zur Röstung von Eisenerzen hätte getauft werden müssen, stellt im radialen Querschnitt einen sich nach unten erweiternden und vom Eintritt der Gase an sich wieder verengenden Schacht dar, dessen Boden mit einer Entleerungsklappe versehen ist, die nach der Skizze nur 300—425 mm weit zu sein scheint. Der Schacht ist bei 6 m Oberschacht und 650 m Unterschacht, oder Rasthöhe oben 600 mm weit, am Anfang der Rast 1,5 m weit, radial gemessen.

Das sind Verhältnisse, die bei eintretender Sinterung bedenklich werden können, zumal die Skizzen die Anlage von Störöffnungen nicht erkennen lassen, mithin von unten her durch die Entleerungsöffnung gestört werden müsste. Aus sechs gewöhnlichen Generatoren Steinmann'scher Construction (cf. desselben Compendium der Gasfeuerungen 2. Auflage) werden die Heizgase entwickelt, anscheinend aus klarer Braunkohle. Die Gase vertheilen sich zunächst in zwei Ringcanäle ausserhalb und innerhalb des Ofenschachts ungefähr in der Höhe des Rastanfangs belegen und liefern durch eine grössere Zahl radial disponirter Zuführungen das Gas nach dem Ofenschacht.

Resultate sind nicht mitgetheilt worden und der 1879 von Steinmann herausgegebene Bericht über die neuesten Fortschritte auf dem Gebiet der Gasfeuerung erwähnt die Construktion mit keiner Silbe.**) Andere Ofensysteme zur Libröstung der Magneteisensteine haben sich nicht bewährt.

§ 408. Nach dem Vorgetragenen ergibt sich für die Construktion der Erzröstapparate wesentlich Folgendes:

a) Magneteisensteine erfordern eine höhere Temperatur als Spatheisensteine und Sphärosiderite, müssen also unbedingt in Oefen geröstet werden, deren Schächte eng und hoch sind. Die

*) cf. Dürre, Allgem. Hüttenkunde S. 95, No. 116.

**) Dagegen ist der Basteiofen als Kalkbrennofen in Stegmann's „Gasfeuerung und Gasöfen" (Berlin 1881. Springer S. 214) abgebildet und beschrieben.

absolute Grösse hängt von dem verlangten Durchsetzquantum und von der rein petrographischen Beschaffenheit der Erze ab. Gewöhnlich sind aber die Magneteisensteine fest, sintern zusammen und bilden dadurch noch festere Aggregate, welche durch Erweiterung der Oefen nach unten und durch Anbringen von Störöffnungen zertheilt werden müssen, ehe das Ausziehen erfolgen kann. Die Resultate der schwedischen Oefen sind so ausgezeichnet, dass man sich unbedingt nach der Construction derselben richten wird, wenn Hochofengase und Gebläsewind vorhanden sind.

Es können Erstere auch durch Generatorgase ersetzt werden, ähnlich wie am Steinmann'schen Basteiofen, doch sind die Fälle selten, wo Magneteisensteine in Kohlenrevieren zur Verhüttung gelangen.

b) Die runde Schachtform ist stets jeder Anderen vorzuziehen, besonders erregt die Gestalt des erwähnten Basteiofens Bedenken bezüglich der darin erreichbaren Temperatur und bezüglich der gleichförmigen Röstung der ganzen ringförmigen Erz- und Brennstoffsäule.

c) Die Anwendung von Wasserdampf erscheint nach den mitgetheilten Erfahrungen nicht rathsam und vortheilhaft, da der erwachsenden Mehrausgabe für die Dampfproduktion kein sicherer Nutzen gegenübersteht.

d) Bezüglich der Röstung der Spatheisensteine und Sphärosiderite, so richtet sich Grösse und Gestalt der Oefen hier hauptsächlich nach den physikalischen Verhalten in hoher Temperatur. Zerfallende Erze können nur in kleineren Apparaten geröstet werden, denen man eventuell zur besseren Durchdringung der zerkleinerten und zerriebenen Massen eine rektanguläre Querschnittform giebt (cf. Vordernberg). Vielfach sind Roste vorhanden, um die Erzsäule nach unten abzuschliessen. Etwas geräumiger sind die Oefen mit festem Brennstoff als die mit Gasen geheizten, weil das Eingemengtsein des Ersteren die Säule vollständig auflockert und daher grössere Querschnitte und Höhen gestattet. Behufs der Durchsetzzeit sind jedenfalls Versuche im Kleinen anzustellen, da die verschiedenen Erzsorten sich sehr verschieden verhalten. Diese Versuche können in einem mit etwas Chamotte ausgeschlagenen eisernen Säulenofenrumpf, der auf zwei Steinstössen etwas hochgestellt und mit einem Rost abgeschlossen wird, ausgeführt werden. Muffelversuche ergeben zu günstige Resultate, da der Luftüberschuss ein zu gewaltiger ist und da im Grossen nur in einem Flammofen Aehnliches zu erzielen wäre.

e) Nicht zerfallendes Material, z. B. die meisten Sphärosiderite, vertragen das Rösten in sehr grossen Apparaten wie z. B. die Clevelandöfen. Blackbands lassen sich, der eingemengten Kohle wegen, auf Halden vollkommen abrösten; andere Thoneisensteine geben in Oefen ökonomisch günstige Resultate.

Die Röstung der Oxydulsilikate oder Frischschlacken.

§ 409. Die Aufschliessung und eventuell Anreicherung, sowie ferner die Entphosphorung der (S. 149) beschriebenen Frisch-, Puddel- und Schweissschlacken durch Rösten oder Sintern ist vielfach versucht worden. Diese Versuche haben sich nicht hinlänglich bezahlt gemacht, um bei dem Grossbetrieb berücksichtigt werden zu können.

Schon der sehr erfahrene Mayrhofer in seinen „Studien des Hochöfners" Leobner Jahrbuch X. 1861. S. 277 u. ff. empfiehlt die Anwendung eines Röst- und Saigerprocesses nicht, „weil hierbei zuviel Eisen verloren geht."

Die Vorschläge von Berthier, Lang & Frey, Mushet, sowie verschiedenen Anderen, Schlacken in zerkleinerter Form mit Kalkmilch zu verbacken, dann aufzubrechen und in grossen Stücken zu verarbeiten, haben auch nur geringen praktischen Erfolg gehabt.

Ebensowenig hat das Verfahren von Minary und Soudry, die zerkleinerten Schlacken mit backenden Kohlen zu vercoken und direkt zu verwenden, sich einführen lassen.

§ 410. Wedding stellt in seiner Bearbeitung des Percy'schen Handbuchs (a. a. O. S. 573) alle diese Methoden zusammen und erwähnt namentlich, dass das Schlackenaussaigern in Südstaffordshire durchgängig eingeführt sei. Ob dies jetzt noch der Fall, muss billig bezweifelt werden, da wenigstens andere Bezirke Englands, z. B. Cleveland die Schlacken, ohne jegliche Vorbereitung, verschmelzen.

Auch in dem „Grundriss der Eisenhüttenkunde" zweite umgearbeitete Auflage 1880, wird (S. 135) die Röstung der Schlacken als etwas selbstverständliches erwähnt, und damit der Glauben erweckt, als sei das Nicht-Rösten Ausnahme.

Es ist zuzugeben, dass bei sehr billiger Kohle und sonst auch sehr günstigen Verhältnissen, wie sie die Black country um Dudley bietet, der combinirte Hochofen- und Puddelbetrieb eines Werks, die Kosten der Sinterung vielleicht ertragen kann. Der Fall dürfte aber sich nur selten wiederholen; am Niederrhein und Westfalen ist er nicht denkbar. Abgesehen hiervon ist der Phosphorgehalt dieser Schlacken kein Hinderniss mehr für die Verwendung im rohen Zustand, seit verschiedene Werke daran denken „Thomaseisen" regelmässig zu erblasen.

Die Benutzung der rohen Schlacken wird bei Gelegenheit der Hochofenverhältnisse verschiedentlich discutirt werden.

Das Auslaugen der Eisenerze.

§ 411. Die Auslaugeprocesse haben wie die Schlackensinterprocesse manchen Staub aufgewirbelt, ehe man sich entschloss, sie ziemlich allgemein ad acta zu legen.

Von den mit einem Verwitterungs- resp. Röstprocess combinirten Auslaugungsprocessen mittelst Wasser ist bereits oben kurz die Rede gewesen. Auch andere Lösungsmittel sind vorgeschlagen und versuchsweise angewandt worden. Die meisten derselben richten sich in ihrer Wirkung direkt gegen einen schädlichen Nebenbestandtheil des Erzes.

Strohmeyer schlug vor, das schwachgebrannte Erz von Ilsede mit verdünnter Salzsäure zu behandeln, um aus demselben das Eisenphosphat und Kalkphosphat zu extrahiren. Jacobi in Kladno benutzte in analoger Weise die durch Schwefelkiesrösten dargestellte schweflige Säure, welche er auf leicht geröstete Erze einwirken liess, um daran einen Wasserlaugprocess zu knüpfen.

§ 412. Beide Methoden haben einen praktischen Erfolg nicht gehabt, weil einerseits die Manipulation der grossen Laugemassen zu umständlich und dadurch sehr kostspielig wurde, andererseits ein sicheres Resultat dauernd nicht zu erzielen war.

Eine eingehende Untersuchung des Jacobi'schen Verfahrens durch belgische Sachverständige, welche seine Anwendung auf die Entphosphorung der Luxemburg-Lothringer Erze beabsichtigten, ergab kein positives Resultat und heute, wo sich die Besitzer phosphorreicher Erzlagerstätten — unter ihnen die Eisenhütte Kladno, wo die Jacobi'schen Versuche zuerst gemacht worden waren, — vorbereiten, ein phosphorreiches Stahlmaterial zu erblasen, ist jede Chance geschwunden, Eisenerze vortheilhaft zu entphosphoren.

Aus diesen Gründen ist es auch überflüssig, die Anlage solcher Auslauge-Vorrichtungen zu discutiren, denen übrigens höchst wahrscheinlich die ebenfalls sehr grosse Mengen Material bewältigenden Kupferextraktionen und ebenso die Alaunwerke zum Muster gedient haben würden.

Grosses Areal, viel Wasser, günstige Niveauverhältnisse sind Anforderungen, welche stets an derartige Installationen zu richten sein werden.

Zweiter Abschnitt.

Die Zuschläge und ihre Vorbereitung.

§ 413. Schon bei der Besprechung der Zuschlagserze (S. 145 u. ff.) wurde auf den nothwendigen Charakter der Zuschläge hingewiesen und hervorgehoben, dass die Qualität der zu erzielenden Schlacke und die Rücksicht auf die erdigen Bestandtheile der Erze die Maassgabe bildeten für Beschaffenheit und Menge des Zuschlags.

Je nachdem dies in den Erzen bereits vorhandene, Schlacken bildende Material sauer oder basisch ist, je nachdem bereits mehr oder weniger Basen vorhanden sind, muss der Charakter des Zuschlags sich ändern.

Der gewöhnlichste Fall, auf den besonders in Deutschland vorwiegend Rücksicht zu nehmen, ist der saure Charakter der Erze und das Vorhandensein von Thonerde, einer Substanz, über deren Wirkungsweise (in den Silikaten) viel gestritten worden ist und welcher in der Praxis eine Doppelrolle noch vielfach zugeschrieben wird.

Wie aus den auf S. 153 bereits mitgetheilten Formeln der leichtflüssigsten Bisilikate hervorgeht, muss Kalk das $1^1/_2$ bis 2fache der Thonerdemenge in den Schlacken betragen. Magnesia, Manganoxydul und Eisenoxydul treten für den Kalk ein und begünstigen durch ihr Auftreten selbst in wenigen Procenten die Flüssigkeit der Schlacke. Sie gestatten durch diese Wirkung bei weniger regelmässiger Zusammensetzung die Verminderung der Schlackenquantität.

§ 414. Die Kalk, Magnesia, Mangan führenden Zuschläge fasst man als basische Zuschläge zusammen; als sehr seltener Fall tritt hierzu die Benutzung der Beauxite d. h. der Mineralien, welche freies Thonerdehydrat in beträchtlicher Menge enthalten. Sonst wird Thonerde stets als Silikat zugeschlagen und findet sich nur in den sauren Zuschlägen, welche alle erdenklichen kieselsäurehaltigen Gesteine und Mineralsubstanzen einschliessen.

Die sonst in der wissenschaftlichen Behandlung der Hüttenkunde namhaft gemachten Zuschlagsklassen sind von praktisch geringerer Bedeutung.

Sogenannte neutrale Zuschläge, welche alle oder doch den grössten Theil der Schlackenbilder in einem technisch richtigen Verhältniss enthalten, sind selten und werden auch selten benutzt, da sie nur die Schlackenmenge vergrössern.

Die „Zuschläge, welche zur wesentlichen Aenderung des Schmelzpunktes dienen," (cf. Wedding, Grundriss 2. Auflage. S. 135) sind eben die bei den basischen Zuschlägen schon genannten, für den Kalk und die Magnesia in die Schlackenformel eintretenden niedrigsten Oxydationsstufen des Eisens und Mangans.

Es würden demnach an Zuschlagssubstanzen zu erwähnen und zu charakterisiren sein:

die basischen Zuschläge;
die sauren Zuschläge;

woran sich demnächst die Vorbereitung der Zuschläge anschlössen.

1. Kapitel.

Die basischen Zuschläge.

§ 415. Zur besseren Uebersicht empfiehlt es sich die in der obigen Vorbemerkung vereinigten Zuschlags-Basen in drei Gruppen zu trennen:

A. Kalk- und Magnesiaführende Zuschläge.
B. Manganführende Zuschläge (mit Berücksichtigung des Eisengehalts der Schlacken).
C. Thonerdehaltige Zuschläge.

Eisen sowohl als die Alkalien werden absichtlich **nicht** in die Schlacken geführt, obwohl sie fast regelmässig darin auftreten. Eisen gelangt umsomehr in die Schlacke, je unvollkommener die Reduktion der Eisen- und Sauerstoffverbindungen vor Eintritt der Schlackenschmelzung war und das

24*

stete Vorhandensein etlicher Procente Eisen in den Schlacken beweist eben die Schwierigkeit, die Eisenoxyde im Hochofen vor Eintritt in die Schmelzzone vollständig zu reduciren. Die Alkalien gelangen nur als minime Bestandtheile einzelner Erze und der meisten Brennstoffe in den Möller der Hochöfen. Cokes mit salzigen Brunnen- oder Grubenwässern abgelöscht, können ausser ihrem ursprünglichen Aschengehalt noch beträchtliche Mengen von Chloralkalien in den Hochofen bringen (Privatmittheilung).

A. Kalk- und Magnesiaführende Zuschläge.

§ 416. Die meisten dieser Zuschläge liefert die grosse Schaar der Kalksteine und Dolomite, welche in mächtigen Ablagerungen einen namhaften Theil der festen Erdrinde bilden. Sie kommen in allen Formationen vor und es gibt selten Eisenerz-Lagerstätten, in deren unmittelbarer Nachbarschaft nicht auch Zuschlagskalke resp. Dolomite auftreten.

Ihre Zusammensetzung ist natürlich sehr verschieden, insofern schon die beiden Basen, auf die es in erster Linie ankommt, in beliebigen Verhältnissen variiren können. Vom Kalkcarbonat bis zum Magnesiacarbonat gibt es eine Menge Mischverhältnisse, unter denen die kalkreichen Dolomite wohl die häufigst auftretenden sind.

Ausser Kalk- und Magnesiacarbonat tritt Eisencarbonat und Mangancarbonat sehr häufig auf, besonders in den die Eisenerze begleitenden Gesteinen. Variable Mengen von Kalk- und Magnesiaphosphaten finden sich besonders regelmässig in denjenigen Partieen solcher Gesteine vor, welche reich an Versteinerungen sind. Den höchsten Phosphorgehalt haben diejenigen darunter, welche Wirbelthierreste führen z. B. die Saurierschichten im oberschlesischen Muschelkalk, die Bone beds des unteren Jura u. A. m.

§ 417. Eine regelmässige Zugabe ist ein gewisser Procentsatz thoniger Einlagerungen, der namentlich die Dolomite auszeichnet, doch auch in sehr vielen eigentlichen Kalken sich findet. Schon in wenigen Procenten schmälern diese Einlagen den basischen Charakter der Kalke und Dolomite, da sie als Schlackenbilder von vornherein das $1\frac{1}{2}$ bis 2fache Quantum des Thonerdegehalts an Kalk und Magnesia beanspruchen, um sich zu verschlacken.

Für die praktische Werthbestimmung eines basischen Zuschlags ist desshalb die Kenntniss dieser Bestandtheile wichtig, da man von Kalk- resp. Magnesiagehalt des Materials eine gewisse Menge zur Neutralisation des eigenen Thonerde- und Kieselsäuregehalts abrechnen muss.

§ 418. Sonstige Bestandtheile können noch sein: Schwefelmetalle, Gyps, bituminöse Substanzen, von denen die ersteren meist nur in den körnigen Kalken neben anderen Mineralien reichlicher anzutreffen sind.

Manche Kalke und Dolomite führen auch Concretionen von Kieselsäure in der Gestalt von Feuerstein, Opal, Jaspis. Man findet dieselben im oberschlesischen Muschelkalk, im braunen Jura (Kugeljaspis von Kandern), in den Kreidekalken (dänische Kreide, Aachener Kreide u. a. a. O.) sogar in den tertiären Kalken (Mainzer Becken). Derartige Einschlüsse können grösstentheils durch Handscheidung beseitigt werden, da sie fast immer eine ziemliche Grösse erreichen.

§ 419. Eine Durchschnittszusammensetzung der Hauptkalk- und Dolomitsorten zu geben ist unmöglich, da sie in der Zusammensetzung sehr beträchtlich variiren, doch geben die nachstehenden geognostisch geordneten Analysen ein ungefähres Bild der Kalke und Dolomite verschiedenen Alters, soweit eine wissenschaftliche oder technische Untersuchung stattgefunden hat.

Silurische Kalksteine und Dolomite aus Lifland und Esthland sind von Göbel & Petzhold bezüglich ihrer Nebenbestandtheile untersucht worden (Liebig & Kopp, Jahresbericht 1854, S. 904) und ergaben:

8—35/₀₀ in Salzsäure unlöslichen Rückstand,
0,08—0,463/₀₀ Kohlenstoff,
0,2—3,5/₀₀ FeS_2 in 19 verschiedenen untersuchten Varietäten,

sind mithin sehr unrein. Dieselben werden seltener als Flusskalksteine benutzt.

§ 420. Der silurische Flusskalkstein von Dudley und der von Llandeilo zeigten nach David Forbes (Phil. Mag. (4) 13. S. 365.)

	Dudley	Llandeilo
$CaCO_3$	90,09	79,97
$MgCO_3$	1,26	0,52
$AlO_3 + FeO_3$	2,30	0,82
H_2O + Org. Substanz	0,76	0,56
P_2O_5	0,46	0,56
Rückstände	5,13	16,98

§ 421. Von Devon- und Kohlenkalken führt Rammelsbergs Mineralchemie (S. 224—225) keine Analysen an. Diese Kalke werden aber gerade am Niederrhein und in Westfalen als Zuschlagsmaterial bei dem Hochofen stark benutzt, wesshalb hier einige zuverlässige Bestimmungen aus der Praxis folgen.

Der Kalk von Letmathe bei Iserlohn enthält nach den privatim mitgetheilten Untersuchungen:

	H_2O u. Org. Subst.	SiO_2	AlO_3	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$FeCO_3$	$MnCO_3$	P_2O_5
Der Gutehoffnungshütte . . .	1,06	2,42	0,88	93,28	2,05	0,31	Sp.	Sp.
		Rückstand		CaO	MgO			
Des Schalker Vereins . . .	n. b.	1,97	0,95	49,91	3,64	n. b.	n. b.	n. b.
do. do. . . .	„	0,92	n. b.	n. b.	15,18	„	„	„
do. do. . . .	„	n. b.	„	„	7,69	„	„	„
do. do. . . .	„	0,91	„	„	n. b.	„	„	„
do. do. . . .	„	1,37	„	„	„	„	„	„
do. do. . . .	„	1,40	„	„	„	„	„	„
do. do. . . .	„	2,40	„	„	12,80	„	„	„

Die erste und die letzte Analyse von Schalke betraf Stücke von sandigem Gefüge.

§ 422. Ein Kalkstein von Limburg a. d. Lenne, den die Dortmunder Union verarbeitet, enthält nach einer Privatmittheilung der Generaldirektion:

Glühverlust	42,89
CaO	52,33
MgO	1,86
P_2O_5	0,02
AlO_3 (mit Sp. Fe u. Mn)	0,75
SO_3	0,28
Rückstand	2,10
	100,23

§ 423. Der bekannte Kalkstein von Dornap ergab nach den Untersuchungen:

	H_2O u. Org. Subst.	SiO_2	AlO_3	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$FeCO_3$	$MnCO_3$	P_2O_5
Der Gutehoffnungshütte . . .	1,35	1,54	0,60	95,62	0,62	0,27	Sp.	Sp.
		Rückstand			MgO			
Des Schalker Vereins	—	2,30		—	0,57	n. b.		
do. do.	—	3,92		—	8,43 (Stücke mit sandigem Gefüge)			
do. do.	—	0,90		—	2,72 (Durchschnitt einer Lieferung)			

Die in den obigen Zusammenstellungen gemachten Bemerkungen bezüglich des Gefüges lassen erkennen, dass die magnesiareicheren, also dolomitischen Stücke sich durch sandiges Gefüge, also eine verhältnissmässige Unreinheit, die sich auch analytisch durch ein Wachsen des unlöslichen Rückstandes kenntzeichnet, unterscheiden.

§ 424. Aeltere Untersuchungen ergaben für einen auf dem Vulcan angewandten Flusskalkstein (wahrscheinlich von Dornap):

Fe	9,60
SiO_2	1,45
AlO_3	0,70
CaO	53,61
MgO	0,64
P	0,02 (Dürre's Wiener Bericht S. 53).

Ein Kalk von Dornap, den der Phönix verarbeitet, enthält:

$Fe + Al$	0,45
Mn	Sp.
CaO	54,07
MgO	9,50
SiO_2	1,92 und Spuren von S P
Glühverlust	42,85 (Dürre's Wiener Bericht S. 90).

§ 425. Amelung hat schon früher eisenhaltige Dolomite und Kalke, sowie Sphärosiderite der Gegend von Arnsberg untersucht, welche abgesehen vom Metallgehalt die starke Verunreinigung durch unlösliche Bestandtheile zeigen. Es enthielten:

	$FeCO_3$	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$MnCO_3$	S	P_2O_5	Rückst.
Eisenhaltiger Dolomit, Grube Lied bei Meikenbracht	22,81	44,20	22,06	—	0,37	—	10,47
Eisenhaltiger Dolomit, Wiemertschlade bei Storkum	12,44	36,94	22,27	—	0,90	—	27,41
Kalkstein, Glückauf bei Balve	4,29	87,80	Sp.	—	Sp.	—	7,98
Thoniger Sphärosiderit, Lottchen bei Esshof (Brilon)	55,80	1,00	0,92	—	—	1,96	39,92
Sphärosiderit zw. Borlinghausen und Willebadessen, lichtaschgrau	72,54	8,86	8,73	Sp.	0,02	—	9,55
Derselbe, dunklere Varietät	74,66	6,86	10,08	Sp.	0,02	—	8,97

(Verhandl. des naturhist. Vereins für Rheinland-Westfalen X. S. 226.)

§ 426. Ein dem Bergkalk von Lüttich ähnlicher Marmor von Vilmar in Nassau enthielt nach Fresenius:

$CaCO_3$	95,171
$MgCO_3$	1,630
AlO_3, MnO_3, FeO_3	1,38
SiO_2, Thon, Organ. Substanz	0,90
H_2O	0,35
KaO	Sp.

§ 427. Eine umfassende Untersuchung der an der Lahn auftretenden Kalke und Dolomite hat R. Fresenius in amtlichen Auftrage ausgeführt und im Journal für praktische Chemie veröffentlicht (1851. 54. S. 85 und 374).

Es sind zwei Gruppen verschiedener Kalke etc., die hier in gleicher Ordnung folgen, wie sie Fresenius gruppirt hat:

I. Stringocephalen-Kalke.

	$CaCO_3$	$MgCO_3$	FeO MnO FeO_3 MnO_3 AlO_3	Thon u. Sand	H_2O
1. Gleichförmig grauer feinkörniger Stringocephalen-Kalk, sparsam mit Kalkspathadern durchzogen, hier und da von Eisenoxyd braungelb, unterhalb Hadamar	98,52	0,91	0,13	0,19	0,25
2. Hellröthlich grauer, grobkörniger Stringocephalen-Kalk mit z. Th. direkt Kalkspathadern durchzogen, Niederzenzheim bei Hadamar	98,11	0,83	0,42	0,37	0,27
3. Röthlich weisser grobkörniger sehr fester Kalk, krystallinisch, mit hellen und dunklen rothen Stellen, Renner- oder Chaussée bei Hadamar	97,46	0,41	0,40	1,23	0,50
4. Feinkörnig dunkelgrauer Kalk, undeutlich schiefrig, mit sparsamen Kalkspathadern, Oraniensteiner Hofhaus bei Diez	98,43	0,51	0,12	0,94	—
5. Hellblaugrauer Kalk, feinkörnig, fest, mit etwas Schieferstruktur. Fundstelle nahe bei der vorigen	99,34	0,68	Sp.	Sp.	—
6. Grauer Kalk von Heckholzhausen, feinkörnig und bräunlichgrau	89,80	3,81	2,25	3,51	0,63
7. Schwarzgrauer Kalk, feinkörnig mit wenigen dünnen Kalkspathadern, Oberthausen, Höll, Amt Weilburg	86,54	1,46	0,99	11,30	—
8. Hellgrauer harter Kalk, splittriger Bruch, Edelsberg, Kalkhecke, Amt Weilburg	98,34	0,80	0,21	0,41	0,24
9. Grauer, gelbbrauner bis schmutzig gelber Kalk, Edelsberg, Sprung, Amt Weilburg	97,14	0,50	0,32	1,39	0,65
10. Fester blaugrauer Kalk, hier und da röthlich, Weinbach Schiessköppel, Weilburg	94,96	3,99	0,46	0,47	0,12

	$CaCO_3$	$MgCO_3$	FeO MnO / FeO_3 MnO_3 AlO_3	Thon u. Sand	H_2O
11. Dunkelgrauer Kalk mit weissen Adern, Kalk auf den Klüften Aumenau, Hochseh a. d. Lahn	94,04	0,89	0,51	3,89	0,67
12. Schwarzgrauer Kalk, Merkenbach, Amt Herborn	91,93	1,03	0,48	6,25	0,31
13. Grauweiser Kalk, grobkrystallinisch, Medenbach, Amt Herborn	98,59	0,81	0,21	0,39	—

II. Dolomite des Stringocephalen-Kalkes.

	$CaCO_3$	$MgCO_3$	FeO MnO / FeO_3 MnO_3 AlO_3	Thon u. Sand	H_2O
1. Feinkörnig krystallinischer Dolomit mit wenigen braunen Kalkspathadern, bei Hadamar	57,68	40,63	0,60	0,46	0,63
2. Grauer krystallinischer Dolomit, braungesprenkelt, bei Hadamar	55,69	4,21	1,30	0,58	0,22
6. Grauer Dolomit, mit sparsamen braunen Adern, Manganoxyde auf den Kluftflächen, körnig krystallinisch, unterhalb Staffel, rechtes Bahnufer	54,98	43,71	0,49	0,35	0,47
7. Hellröthlichgrauer, grobkörnig krystallinischer Dolomit des Stringocephalen-Kalkes, zu Diez	54,59	44,07	0,42	0,44	0,48
10. Violettgrauer feinkörniger Dolomit, auf den Spaltflächen gelb und braungelb, an der Heisterbach bei Diez	54,89	44,48	0,22	0,41	—
11. Röthlichweissgrauer Dolomit, mit rothen Adern und kleinen Höhlungen mit Kalk- und Braunspathkrystallen, St. Petersfelsen bei Diez	56,67	42,55	0,20	0,58	—
12. Fleischrother, feinkörniger Dolomit mit Braunspathadern von Steeten, Amt Runkel	53,58	42,63	0,81	2,35	0,63
13. Grauweisser Dolomit, braungesprengelt von Dehren, Amt Limburg	56,23	43,11	0,38	0,13	0,15
14. Gelblichgrauer feinkörniger Dolomit in grossen Drusenhöhlungen, Kalkspathkrystalle mit Manganschaum, Hasselbach bei Gaudernbach, Amt Weilburg	56,79	42,15	0,38	0,68	—
19. Weisslichgrauer, feinkörnig krystallinischer Dolomit mit eingesprengtem Kalk- und Braunspath, Weinbach, Distrikt Geyersberg, Amt Weilburg	56,40	40,75	1,18	1,40	0,27

III. Sonstige Kalke.

	CaO	MgO	FeO_3 MnO_3 / FeO MnO	AlO_3	SiO_2	in HCl unlöslich: SiO_2	AlO_3	FeO_3 MnO_3	CaO MgO u. Alkali	H_2O	CO^2 Alkal. Verl.
Kalkschalstein von Aumenau	43,08	0,21	1,43	0,52	0,42	9,63	7,02	1,68	1,53	2,46	32,02

	CaO	MgO	FeO_3 MnO_3 FeO MnO AlO_3	SiO_2	Thon u. Sand	Div. Bestandtheile u. Verluste
Grauer Kalk aus den Cypridinenschiefer, Bicken, Amt Herborn, drei versch. Untersuchungen	44,41	1,05	1,90	1,00	15,19	2,05
	47,48	0,73	0,90	12,01		n. b.
	45,49	0,70	1,44	1,48	13,88	2,02

§ 428. Ein dolomitischer Zuschlagskalk aus der Eiffel, den das Eisenwerk Jünckerath verarbeitet, enthält nach einer Privatmittheilung:

CaO	33,21	
MgO	16,00	
FeO_3	1,10	(Bestimmungsform und jedenfalls in
AlO_3	4,70	FeO umzurechnen)
SiO_2	2,40	

§ 429. In der Nähe der Zinkerz-Lagerstätten können diese Kalke und Dolomite auch bemerkbare Mengen von Zinkcarbonat enthalten, abgesehen von mechanisch eingeschlossenen Blenden.

Ein Dolomit von Altenberg bei Aachen enthielt nach V. Monheim:

$CaCO_3$	54,31	$FeCO_3$	0,99
$MgCO_3$	43,26	$MnCO_3$	0,56
$ZnCO_3$	1,38	SiO_2	0,48

(Verhandl. des naturhist. Vereins für Rheinland-Westfalen 5. S. 41.)

§ 430. Theilweise gleichartige Kalke verarbeitet die Königin Marienhütte bei Zwickau, welche nachstehende Untersuchungen privatim mittheilt:

	FeO	MnO	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5	CuO	S
Neusilber Hoffnung	n. b.	n. b.	10,2	4,0 mit FeO_3	28,4	18,9	0,103	—	n. b.
Crimmitzschau	„	0,32	1,7	1,27	30,88	20,45	0,106	—	„
Wünschendorf	1,589	0,49	2,72	0,135	30,44	18,718	0,103	0,05	„
Fürstenberg	n. b.	n. b.	2,75	4,00 mit FeO_3	30,00	19,20	0,05	—	„

§ 431. Ueber die Zechsteinkalke theilt Liebe (Jahrbuch für Mineralogie 1853. S. 769) bestimmte Untersuchungsresultate mit, die sich aber nur auf die Gesteine des Orlathales bei Pössneck und Triptis beziehen, also ohne metallurgische Bedeutung sind. Dennoch zeigen sie in der Wandlung des Magnesiagehaltes, wie plötzlich in einer Folge von Kalksteinbänken die Dolomitisirung d. h. der Ersatz von CaO durch MgO wachsen und wieder abnehmen kann.

	Org. Subst.	AlO_3	FeO_3	Unl. Silik.	$MgCO_3$	$CaCO_3$
Spiriferenkalke (unterste Zechsteinschichten)	Sp.	Sp.	6,69	9,03	8,31	75,97
Astartenkalke (mittlere do. do.)	1,20	0,24	1,20	2,87	17,65	76,84
Produktuskalke (obere do. dn. .)	0,29	2,60	3,01	2,31	32,39	59,40
Oberster Dolomit	0,17	Sp.	0,25	0,28	18,92	80,38

Den Zechstein-Dolomit, auf welchem die Schlossruine Liebenstein liegt, analysirte Wackenroder (Schweiggers Jahrbuch 65. S. 45) und fand:

63,8750 $CaCO_3$
33,2375 $MgCO_3$
0,9125 $FeCO_3$
0,0725 $MnCO_3$
1,0500 Stickstoffhaltige organ. Materien nebst Eisenoxyd und SiO_2.

99,1475.

Wackenroder leitet daraus das Verhältniss 3 $CaCO_3$ und 2 $MgCO_3$ ab, welches auch der Dolomit am Erdfall hinter dem Kurhause nachwies.

§ 432. Ueber den Muschelkalk, der an vielen Stellen als Zuschlag benutzt wird und stellenweise sehr reine Kalkcarbonate einschliesst, liegen verschiedene Untersuchungen vor.

Schnabel untersuchte einen Muschelkalk von Saarbrücken und fand:

$CaCO_3$	94,80
$MgCO_3$	0,96
FeO_3	0,70
$\left.\begin{matrix}Fe\\Al\end{matrix}\right\} Si_3O_9$	3,32*)
Hygrosc. Wasser . . .	0,22
Organ. Substanz . . .	Sp.

(Verhandl. des naturhist. Vereins von Rheinland-Westfalen V. S. 150).

§ 433. von Bibra untersuchte verschiedene Lagen des fränkischen Muschelkalkes der Gegend von Schweinfurt und fand nachstehende Zahlenwerthe:

	SiO_2	$CaCO_3$	$MgCO_3$	AlO_3	FeO_3	FeO	H_2O	Bestandth. u. Verluste
Kalk von Sennfeld, mergelige Schicht (mit Schwefelkies, dunkelgrau)	5,8	41,1	44,8	3,7	—	1,3	2,4	0,9
Derselbe, mergelige Schicht (dünn und schiefrig, zerfallend, dunkelgrau)	47,0	10,2	11,5	13,8	11,0		5,5	1,0
Derselbe, fester blaugrauer Kalk	6,5	88,0	1,3	1,9		n. b.	0,6	1,7
Derselbe, mergelige Schicht (unter dem vorigen, grau)	9,9	68,3	8,1	7,5	3,4		1,6	1,2
Derselbe, fester Kalkstein (blaugrün) . . .	3,9	90,1	2,4	1,6		n. b.	0,7	1,3

*) Im Original steht einfach Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd. Das Letztere stammt aus dem Rückstand der salzsauren Lösung. Die Silikatform ist nach dem Typus H_2SiO_3 construirt, dem Normalsilikat der Mineralogen (Bisilikat der Metallurgen).

	SiO_2	$CaCO_3$	$MgCO_3$	AlO_3	FeO_3	FeO	H_2O	Bestandth. u. Verluste
Kalk von Schweinfurt, mergelige Schicht (hellgrau)	7,3	85,3	2,9	1,5	0,9	n. b.	2,0	0,1
Derselbe, fester Kalkstein (blaugrau) . . .	4,1	91,1	1,2	0,9	0,8	„	0,6	1,3
Kalk von Mühlbach bei Carlstadt, mergelige Schicht (gelblich)	6,6	84,0	3,8	1,6	1,4	„	1,5	1,1
Derselbe, fester Kalk (blaugrau)	3,1	91,2	0,9	1,2	1,0	„	0,6	2,0
do. do. (hellgrau)	1,0	94,0	0,9	0,2	2,8	„	0,5	0,6
Kalk von Carlstadt, mergelige Schicht (gelbbraun, unterste Lage des Muschelkalks) .	5,5	64,3	18,4	3,6	1,7	„	6,0	0,5
Derselbe, fester Kalkstein	3,1	91,1	1,4	1,2	1,1	„	1,2	0,9
Kalk von Hirschfeld bei Wippfeld, mergelige Schicht (hellgrau)	5,9	72,0	12,1	5,0	2,1		1,2	1,7
Derselbe, fester Kalk (dunkelblaugrau) . .	2,0	90,1	3,1	0,8	2,0		0,8	1,2
do. do. (tiefer liegend als der vorige)	2,5	92,1	1,0	2,1	0,8	n. b.	0,8	0,7
Derselbe, wurmförmige Absonderungen (Rhizocorallium?)	16,1	77,0	3,1	0,8	1,6	„	0,5	0,9
Muschelkalk von Lohr, mergelige Schicht (hellgelb)	5,0	85,5	2,7	1,0	3,0	„	1,5	1,3
Derselbe, fester Kalk (hellgrau)	4,1	88,0	1,3	1,1	2,8	„	1,0	1,7
do. do. (blaugrau)	3,8	91,2	1,8	Sp.	1,0	„	1,3	0,9
Muschelkalk von Uchenhofen bei Hassfurt, fester Kalk (blaugrau)	2,2	93,1	1,5	0,2	1,8	„	0,6	0,6
Muschelkalke des Rhöngebirges, mergelige Schicht von Klein-Sassen	1,0	90,1	2,3	2,1	1,9	„	1,1	1,5
Dieselben, fester Kalk von Rückenschwinden	6,0	86,1	2,3	2,3	2,2	„	0,5	0,6
Dieselben, veränderter Kalk (den Basalt anstehend, aus demselben Bruch)	1,0	100,00*)	2,27	1,0		„	0,5	Chlorverb. Sp.
Dieselben, fester Kalk von Oberelzbach (blaugrau)	1,0	94,2	0,8	1,3	0,7	„	0,8	1,2

(Journal für praktische Chemie 26. S. 8.)

§ 434. R. und W. Brandes in „Beiträgen zur Kenntniss des Teutoburger Waldes" (Journal für praktische Chemie 19, S. 477) theilen einige Gesteinsanalysen mit, von denen zwei, ächte Muschelkalke betreffend hier folgen:

	Muschelkalke von Hollenhagen	Muschelkalke von Schieder
$CaCO_3$	83,83	83,20
$MgCO_3$	1,76	2,33
SiO_2	10,66	9,00
AlO_3	0,03	0,66
FeO	1,73	2,00
MnO	0,06	Sp.
H_2O	1,93	2,00
	100,00	99,19

§ 435. Eine ganze Reihe Vorarlbergischer Triasdolomite hat H. Landolt auf Escher von der Linths Veranlassung untersucht und bei 14 verschiedenen Analysen nachstehende Verhältnisse zwischen $CaCO_3$ und $MgCO_3$ gefunden.

$MgCO_3$. .	30,26	37,10	39,12	18,02	36,51	12,23	49,37	42,73	33,00	37,78	40,81	46,30	33,58	42,09
$CaCO_3$. .	66,28	54,51	53,84	81,19	62,22	84,47	49,89	52,69	62,65	55,09	52,39	47,97	62,22	52,19

(Escher von der Linths. Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg 1853, S. 22).

Ein Dolomit von Hainberge bei Göttingen aus dem untern Muschelkalke enthielt nach Weeren:

	SiO_2	AlO_3	CaO	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$FeCO_3$	$NaCl_2$	H_2O	Organ. Verlust
im unlöslichen Rückstand	9,28	7,25	0,12	—	—	—	—	—	2,50
im löslichen Theil . . .	—	1,47	—	46,85	30,02	1,63	0,01	0,87	

*) $CaCO_3$ ist berechnet und dadurch eine Summe von 104,77 entstanden, deren Plus nach von Bibra aus entwichener Kohlensäure bestehen muss, die durch Basaltcontakt verjagt worden ist.

Der Trochitenkalk daselbst enthielt nach Seyfert:

$CaCO_3$	94,25
$MgCO_3$	4,52
Thon	4,52
FeO_3 und Alkalien . . .	1,20

(Göttingen Gelehrte Anzeigen 1853, S. 177).

§ 436. Aeltere technische Muschelkalkanalysen sind die von Eck und Lindner mitgetheilte (Dürre, Beschreibung der Anlagen und des Betriebs der neuen Hochöfen auf der Königshütte in Oberschlesien, Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1860. S. 337).

Eck fand im Kalkstein von Chorzow bei Königshütte:

Eisenhaltiger Thonerdesitikat	6,423
KaO	0,177
P_2O_5	0,390
$CaCO_3$	92,902

Lindner bestimmte im Labandter Kalk bei Gleiwitz:

$CaCO_3$	96,6
SiO_2	1,1
$FeO_3 + AlO_3$	1,3
$MgCO_3$	1,17
H_2O	0,9

Wiebmer theilt zwei neuere Kalkanalysen von Gleiwitz mit (Preuss. Zeitschrift 1874, S. 282) die den Labandter Kalk betreffen. Sie ergaben:

$CaCO_3$	81,60	76,93
$MgCO_3$	10,32	15,90
AlO_3	1,88	1,03
SiO_2	1,68	2,06
H_2O	4,36	4,08
Verlust . . .	0,16	—

Das eine Muster war ein dichter blaugrauer Kalk mit muschligem Bruch, während das andere ein krystallinisch gelber Kalk mit zackigem Bruch ist.

§ 437. In Bezug auf jurassische Kalke liegen nachstehende ältere Untersuchungen vor.

Völcker untersuchte auf Buckmans Veranlassung diverse jurassische Kalke von Wiltshire und fand in dem

	$CaCO_2$	MgO	$CaCO_4$	AlO_3	P_2O_5	Lösliche SiO_2	Unlösliche Sand	Alkalien.
Unteren Oolith .	89,20	0,34	0,09	4,14	0,06	2,75	3,27	nicht bestimmt.
Hauptoolith. . .	95,346	0,739	0,204	1,422	0,124	1,016	0,533	nicht bestimmt.
Cornbrash . . .	89,195	0,771	0,241	2,978	0,171	1,231	4,827	nicht bestimmt.

(L'Institut 1854, S. 52).

§ 438. Westfälische Kreidekalke mit Feuersteineinschlüssen aus der Gegend von Hamm ergaben nach von der Mark 4,5—98,5 lösliche
1,5—95,5 unlösliche Bestandtheile.

(Verhandlungen des naturhist. Vereins von Rheinland-Westfalen 1833. S. 385).

Daraus kann man von selbst auf die Ungleichmässigkeit und den Werth derjenigen Kalke schliessen, in welchen Feuersteine und Kieseleinschlüsse vorkommen können.

§ 439. G. Forchhammer in seinen „Beiträgen zur Geschichte der Dolomite" (Journal für praktische Chemie 49, S. 52) theilt einige Analysen von Kreidekalken und Kreidedolomiten mit.

Es enthielten:	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$Ca_3P_2O_8$	$\{FeO, MnO\}$	Rückstand	Wasser Organische Stoffe und Verluste.
Ein Kalk von Faxoe	98,246	0,024	0,155	0,276	0,399	—
Blättriger Anthrakolith von Bornholm . . .	91,620	1,020	—	—	3,470 (AlO_3)	1,89
Dolomit von Faxoe	80,670	16,48	—	2,04 (FeO)	0,81 (SiO_2)	n. b.
Derselbe	79,89	17,03	—	1,29 (FeO)	0,65 (SiO_2)	1,14
Gelber Sand, welcher die Dolomitkugeln einschliesst	95,75	0,64	—	0,87 (FeO_3)	2,74 (Fe gehalt SiO_2)	n. b.

§ 440. Auch tertiäre Kalke sind in Untersuchung gezogen worden. Ein Süsswasserkalk vom Dorf Rödgen bei Giessen ergab in zwei Analysen nach Knapp:

$CaCO_3$	$MgCO_3$	FeO_3	Rückstand
42,80	49,63	1,65	1,42
46,42	38,03	1,39	11,21

(Kopp und Liebigs Jahresbericht 1848. S. 1262).

Die weiter oben erwähnten Fresenius'schen Untersuchungen haben auch die Litorinellenkalke des Mainzer Beckens, soweit Solche sich auf die rechte Rheinseite hinüberziehen, eingeschlossen und ergaben folgende Resultate:

	$CaCO_3$	$MgCO_3$	FeO_3 MnO_3 AlO_3 / FeO MnO P_2O_5	Thon u. Sand	H_2O u. Verlust
Compakter hellgrauer Litorinellenkalk, Flörsheim	97,06	2,06	0,34	0,54	—
Poröser, fast weisser Süsswasserkalk, Flörsheim .	93,65	5,50	0,42	0,20	0,23
Gelblich grauer Litorinellenkalk, Mühlweg bei Wiesbaden	96,76	1,05	1,18	0,57	0,44
Litorinellenkalk von der Spelzmühle bei Wiesbaden	96,77	1,24	0,36	0,88	0,75
Derselbe, andere Varietät	92,00	1,98	1,01	4,27	0,74
do. „ „	96,34	1,24	0,40	1,26	0,76
do. „ „	96,52	1,38	0,35	0,98	0,77
do. „ „	86,37	1,05	1,21	10,48	0,89
do. „ „	93,50	1,53	1,33	1,85	1,79
Hahner Kalk, hydraulisches Material	84,37	0,89	2,54	10,95	1,25
Derselbe, andere Varietät	82,07	1,04	3,24	12,22	1,43
do. „ „	87,07	1,38	2,72	7,93	0,90
Compakter Litorinellenkalk von Budenheim, l. Ufer*)	94,92	1,48	0,61	2,59	0,40
Derselbe	96,24	1,54	0,48	0,66	1,08
do.	95,20	1,42	0,59	3,19	—

§ 441. Einer dieser tertiären Kalke wurde von der Gesellschaft Phönix als Zuschlag angewendet und enthielt nach einer 1873 mitgetheilten Analyse:

Fe	1,90	+ 0,85 O
Mn	0,12	
CaO	52,47	
MgO	0,51	
AlO_3	1,01	
SiO_2	1,59	
$S + P$,	Sp.	
Glühverlust . . .	42,42	

Diese vielfach lockeren porösen Kalke lassen sich ganz gut als Zuschläge gebrauchen und können, da sie am Rhein liegen, mit relativ günstigen Verhältnissen nach dem Niederrhein gebracht werden.

§ 442. Ein sehr energisches Flussmittel ist der Flussspath, das gewöhnliche natürlich vorkommene Fluorcalcium. Es wirkt diese Substanz fast wie Aetzkalk und spielt desshalb in der Metallurgie eine grosse Rolle, wo es nothwendig ist, grosse Massen von Thonerdesilikaten zu verschlacken; der hohe Preis des Flussspathes beschränkt aber diese Verwendung auf die Fabrikation der werthvolleren Metalle, während bei dem Eisen davon ein Gebrauch nicht gemacht werden kann. Versuche mit Flussspathverwendung bei Störungen des Hochofenbetriebes haben vereinzelt Erfolge gezeigt; doch bemerkte man dabei gleichzeitig eine starke Corrosion der Gestell- und Ofenwände, die vorwiegend aus sauren Substanzen bestehen.

§ 443. An die Kalk- und Magnesiaführenden Zuschläge kann man die Eisenhaltigen insofern anschliessen, als das Eisen, soweit es in die Hochofenschlacke eintritt, den beiden Basen gleichwerthig ist. Nur würde eine Einführung des Eisens in die Schlacke immer in relativ geringem Maass zulässig

*) Als Beweis anhangsweise mitgetheilt.

sein, und es findet der Uebergang des Eisens in die Schlacke dann aus dem Erze statt — besonders den schwerer reducirbaren Sorten. Die eisenhaltigen Zuschläge sind meist identisch mit den auf S. 145 u. ff. sub E geschilderten Materialien — wiewohl wahrscheinlich die unter F 149 und ff. erwähnten Frischschlacken den hervorragendsten Antheil an dem in die Schlacken tretenden Eisengehalt haben.

Untersuchungen darüber sind noch nicht bekannt geworden; man darf aber aus dem Verhalten der verschiedenen bei dem Hochofenbetrieb verwendeten eisenhaltigen Materialien schliessen, dass diejenigen derselben, die sich schwer reduciren, auch am ehesten Eisenoxydul an die Schlacken abgeben werden, sobald nicht das noch schwerer reducirbare Manganoxydul an seine Stelle tritt.

B. Die Manganführenden Zuschläge.

§ 444. Die Manganhaltigen Zuschläge bestehen ausser in den früher schon angeführten Manganhaltigen Braun- und Spatheisensteinen, auch aus wirklichen Manganerzen, deren Preise in neuerer Zeit, in Folge der Einführung anderer Chlorfabrikationsmethoden, einer metallurgischen Verwendung günstig sind.

Man verbraucht die reicheren Brauneisensteine allerdings vorzugsweise zur Herstellung von Ferromangan und Rohmangan im Hochofen; man kann aber nur selten ohne bedeutende Manganverschlackung ein Manganreiches Eisen produciren. Ein Theil des Mangans und nicht der Kleinste wirkt als Schlackenradical neben Kalk und Magnesia dabei mit.

Die Beschaffenheit der Manganerze, welche zu einer Verwendung in grösserem Maassstab gelangen, erhellt aus nachstehenden Analysen und Mittheilungen.

§ 445. Das Hörder Eisenwerk verarbeitet nachstehende Braunsteine:

	Rückstand	Fe	Mn	P
Nassau	15,15	11,63	36,87	0,14
Spanien (Huelva)	5,45	2,20	53,50	0,05
Neuseeland	4,91	1,36	53,02	0,04
Canada	8,30	1,40	55,03	0,01

Witkowitz in Mähren verarbeitet folgende Braunsteine:

	Glühverl.	Fe	Mn	SiO_2	AlO_3	CaO	MgO	P_2O_5
Jauerburg (Krain)	7,65	5,18	28,09	29,96	0,76	9,06	0,60	0,289
Poprad (Ungarn)	7,09	7,59	27,59	31,44	3,36	6,60	1,49	0,345
Drenkowa (Banat)	n. b.	16,50	39,68	39,68	1,48	n. b.	n. b.	0,370

Mit Eisenerzen gemeinschaftlich abgebaute Pyrolusiteinschlüsse im blauen Kalk von Thostes enthielten:

H_2O Hygrosc.	6,000
H_2O Hydrat	4,860
Co_2	1,142
FeO_3	15,100
MnO_2	53,900
SiO_2	13,980
AlO_3	2,000
CaO	1,198
S	0,356
	98,536

(Evrard — Revue universelle XXII.)

Analoge Knollen und Nieren finden sich auch in Deutschland vielfach, z. B. auch in den Ilseder Erzen, sind aber der technischen Bedeutungslosigkeit halber nicht weiter untersucht worden.

§ 446. Braunsteine, die zur Manganroheisenerzeugung benutzt werden, hatte Terrenoire bereits 1878 in Paris nebst Analysen ausgestellt.

Die Analysen folgen:	Fe	Mn	SiO_2	CaO	AlO_3	BaO	S	P
Romanêche (Saone und Loire)	3,00	42,25	5,50	8,80	1,10	11,00	0,00	Sp.
Aude (Contakterz)	19,12	24,63	4,00	16,80	0,40	0,00	0,00	Sp.
Almeïra (Lager)	1,72	42,34	11,00	7,80	0,00	1,97	0,00	0,05
do. „	1,35	49,87	3,70	10,30	1,20	0,00	0,00	0,05
Huelva (Pyrolusit)	1,89	52,78	6,20	3,40	1,40	0,00	0,00	0,15
Sardinien (Lager)	10,80	40,00	6,00	6,50	0,50	0,00	0,00	0,05

Auch in Düsseldorf 1880 figurirten in den Collektionen der Gesellschaften Phönix und Gutehoffnungshütte verschiedene Muster von Braunsteinerzen aus verschiedenen Bezirken, welche den Einfluss der modernen Ferromangan-Fabrikation erkennen liessen.

.

C. Thonerdehaltige Zuschläge.

§ 447. Die Zuschläge, welche der Hochofenbeschickung Thonerde zuführen sollen, sind nicht so häufig in geeigneter Beschaffenheit anzutreffen, als die Kalk- und Magnesiaführenden. Besonders gilt dies von denjenigen, welche nur Thonerde, nicht auch Kieselsäure abgeben sollen. Substanzen, welche Thonerdesilikate enthalten, sind nicht selten, dagegen solche, welche Thonerde in einer leichter lösbaren Verbindung führen, selten.

Als Zuschläge, welche diesem zuletzt erwähnten Zweck allein entsprechen, gelten vor Allem die Beauxite, deren Charakteristik und Zusammensetzung bereits bei den Brauneisensteinen (S. 58, 92, 104) und bei den Zuschlagserzen (S. 146) gegeben worden ist.

Die Seltenheit dieser Mineralsubstanz beschränkt ihre Anwendbarkeit auf wenige Bezirke und liegt auch der Fall selten vor, wo es nothwendig ist, der Hochofenbeschickung Thonerde überhaupt zuzuführen. Viel häufiger ist der Fall, dass man Mühe hat das Verhältniss zwischen Kalk, Thonerde und Kieselsäure richtig zu stellen, weil relativ mehr Thonerde als Kieselsäure in den Erzen steckt.

Als Zuschläge, welche wesentlich aus Thonerdesilikaten bestehen dürfen, benutzt man verschiedene häufiger auftretende Gesteine, vor Allem die Thone und Thonschiefer, namentlich in ihren festeren Varietäten.

§ 448. Die Zusammensetzung derselben ist äusserst ungleich und selbst innerhalb der Lagerstätte wechselnd, so dass stets Analysen auszuführen sein werden, wenigstens Thonerde- und Kieselsäurebestimmungen.

Etwas gleichmässiger ist die Zusammensetzung des normalen Thonschiefers, der sich vor dem Thon auch noch durch einen Alkaligehalt auszeichnet. Allerdings wird dieser Vorzug compensirt durch den geringeren Grad von Zersetzbarkeit, so dass die Zuschläge von Thonerdesilikaten nur im äussersten Nothfall anzuwenden sind, z. B. wenn wie in der Umgebung der grossen alpinen Spatheisenstein-Lager absolut kein Erz mit hinlänglichem Thonerde- und Kieselsäuregehalt aufzutreiben ist.

Ein normaler Thonschiefer von Selkethal im Harz enthielt nach Pierce:

SiO_2	61,74	CaO	0,83
AlO_3	19,81	NaO	1,31
FeO	10,08	KaO	1,95
MgO	3,03	H_2O	0,93

(Liebig und Kopp, Jahresbericht 1849. S. 280).

.

2. Kapitel.

Die sauren Zuschläge.

§ 449. Als saure Zuschläge wendet man höchst selten Substanzen an, welche vorwiegend aus Kieselsäure bestehen, wie Quarze und Sandsteine, sondern benutzt Silikate, unter anderen auch die Thonerdesilikate, von denen vorher die Rede war. Der Grossbetrieb, der sich in den Kohlenbezirken angesiedelt hat, braucht indessen gar keine sauren Zuschläge, sondern hat es in der Hand, mit den ihm aus der unmittelbaren Nähe zu Gebote stehenden Puddel- und Schweissschlacken, die Gattung in ihrem Kieselsäuregehalt soweit zu bringen als es die in den übrigen Materialien vorhandene Menge freier Basen verlangt.

Es können desshalb bei der Discussion eines anderen sauren Zuschlags nur solche Einzelfälle in Frage kommen, welche abgelegene Holzkohlenhochofen betreffen und dann hilft eine Analyse der etwa vorhandenen Gesteine sofort aus der Verlegenheit.

§ 450. Einen derartigen Fall bespricht Carl von Mayrhofer in seinen „Studien des Hochöfners" (Leobener Jahrbuch 1860. S. 318) als zehntes Beispiel. Es wird in der Nähe eines Holzkohlenhochofens ein Porphyr gefunden, welcher

FeO_3	5,50 = 3,81 Fe
SiO_2	70,50
AlO_3	13,50
CaO	0,25
MgO	0,40
KaO	5,50
NaO	3,55
Cl	0,10
H_2O	0,70

aufwies, also beträchtliche Mengen von Feldspath, neben eingesprengtem Quarz und ausgeschiedenem Eisenoxyd. Es ist anzunehmen, dass wenigstens $^2/_3$ der vorhandenen Kieselsäure frei ist und nur $^1/_3$ durch die im Porphyr vorhandenen Basen beansprucht wird. Vorzüglich wirksam wird die in der Feldspathmasse zu einem Trisilikat gebundene Kieselsäure sein, welche sich in dem gebildeten Bisilikat auflösen und eventuell darin sich umsetzen kann.

§ 451. Fast ganz gleich zusammengesetzt ist ein Porphyr von Schiedsberg (Lobejün bei Halle), welcher

SiO_2	66,19
AlO_3	13,43
FeO	6,46
MgO	2,36
CaO	0,46
NaO	2,56
KaO	5,08
Verlust	2,57 (vielleicht 20 des FeO_3)

aufwies, woraus Hochmuth

Kalifeldspath (Trisilikate)	30,61
Natronfeldspath „	21,71
Augit (Bisilikat)	20,50
Quarz	19,90
Thonerde	3,79 berechnete.

(Liebig und Kopp, Jahresbericht 1849. S. 795.)

Ein jüngerer Porphyr von Wettin erwies sich als Kieselsäurereicher.

§ 452. Der bekannte Melaphyr (Mandelsteinporphyr) von Oberstein a. d. Nahe, enthält nach den Untersuchungen von Delesse:

SiO_2	51,13
$AlO_3 + FeO_3$	29,73
CaO	4,73
MgO, KaO, NaO + Verlust	10,73
$CO_2 + H_2O$	3,68

(ibidem S. 800.)

§ 453. Ebenso wie der Porphyr, lässt sich der Basalt verwenden, der sich wegen seines oft hohen Olivin- und Magneteisengehalts, den Eisensilikaten nähert, welche als Rohschlacken beim Puddelprocess fallen.

Ein Basalt von Ober-Cassel bei Bonn enthielt nach Bergemann:

$FeCO_3$	$CaCO_3$	$MgCO_3$	SiO_2	AlO_3	NaO	$FeFeO_4$	H_2O	Zusammen	
14,60	7,90	1,15	14,25	3,75	0,80	7,50	6,09	55,04	durch HCl zersetzbarer Theil
1,23	7,20	2,32	23,18	9,41	1,26	—	—	44,60	„ „ nicht zersetzbarer Theil

(ibidem S. 802.)

Diese Beispiele genügen, um den Nachweis zu führen, dass derartige Gesteine dem reinen Quarz oder dem Sandstein vorzuziehen sind.

3. Kapitel.

Die Vorbereitung der Zuschläge.

§ 454. In Betreff der Vorbereitung der Zuschläge ist wenig anzuführen. Das Brennen des Zuschlagskalks, welches zeitweilig versucht worden ist, hat Erfolge nicht gehabt; die erlangte grössere Energie der chemischen Wirkung wurde wieder aufgehoben durch die Nachtheile, welche die grössere Zerreiblichkeit mit sich brachte und ausser einer angemessenen Zerkleinerung durch Steinbrechmaschinen oder von der Hand wird eine Vorbereitung nicht beliebt.*) Viel wichtiger als derartige Vorbereitungsmanöver ist eine gute Einmengung und Einmöllerung des Zuschlags in die Beschickung. Dieselben Gründe, welche gegen eine zu weit gehende Vorbehandlung der Erze sprechen, und bereits angeführt worden sind, treffen auch hier zu.

Für den Ausnahmefall, wo zu sehr kalkigen Erzen Lehmzuschläge gegeben werden müssten, kann ein leichtes Brennen des Lehms und die daraus resultirende Bildung grösserer Brocken vielleicht nützlich sein; es fragt sich nur, wie sich das financielle Resultat calculirt.

*) Die Organisation dieser Zerkleinerung wird im II. Bande besprochen werden.

Dritter Abschnitt.

Die Brennstoffe und ihre Vorbereitung.

§ 455. Ausser den Erzen und Zuschlägen sind die Brennstoffe Materialien von nicht geringer Wichtigkeit. Von ihrem Vorkommen hängt es ab, ob eine Erz-Lagerstätte ausbeutbar ist oder nicht und von ihrer Beschaffenheit, ob ein nothwendig einzuschlagender Fabrikationsprocess ohne Weiteres oder erst nach entsprechender Modification acceptirt werden kann.

Die Brennstoffe, welche für den Hüttenbetrieb im Allgemeinen und den Eisenhüttenbetrieb im Besonderen von Wichtigkeit sind, lassen sich nach Herkunft und Alter verschieden gruppiren, abgesehen von einer Unterscheidung nach dem Aggregatzustand.

Alle Brennstoffe sind brennbare Substanzen von organischer Herkunft und bestehen zum grössten Theil aus Kohlenstoffverbindungen. Die früher allgemein und fast einzig angewandte Art ist das Holz, der feste Bestandtheil verschiedener Waldbäume. Der Gebrauch des Holzes als industrieller Brennstoff wird nur durch den stets wachsenden Preis beschränkt, obwohl noch in der allerletzten Zeit grössere amerikanische Eisenhütten auf den Betrieb mit Holz resp. Holzkohle gegründet wurden.

Von geringerem Alter in der Verwendung sind die in verschiedenen Zonen der Erdrinde auftretenden fossilen Kohlen oder mineralischen Brennstoffe, unter welchen wiederum Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit als charakteristisch unterschieden werden.

Neben diesen festen Brennstoffen findet man in der Natur auch flüssige Substanzen (Kohlenwasserstoffe), Steinöle, Petroleum, welche stellenweise in ausreichender Menge auftreten, um sich im Grossen verwenden zu lassen.

Es würden sich hiernach bereits die Gruppen: Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit, Steinöle sondern, zu denen aber noch andere treten.

§ 456. Die meisten natürlichen Brennstoffe, besonders die fossilen Kohlen, enthalten ausser den eigentlich werthvollen, brennbaren Bestandtheilen noch veränderliche Mengen von Wasser und Asche, die als Ballast anzusehen sind und bei der Verbrennung eine grosse Wärmemenge nutzlos absorbiren, aber auch stellenweise direkt schädlichen Einfluss ausüben, z. B. bei direktem Contakt des Brennstoffes mit einem zu behandelnden Material.

Aus diesem Grunde unterwirft man rohe Brennstoffe, sowohl mechanischen Waschprocessen als auch einer chemischen Veränderung, welche bezweckt, Wasser und Gase zu vertreiben, sowie den Rückstand zu einen fast nur aus Kohlenstoff bestehenden in gewisser Hinsicht leistungsfähigeren Material zu gestalten.

Dadurch entstehen:

aus dem Holz — Holzkohlen,
aus dem Torf — Torfkohlen,
aus der Braunkohle und der Steinkohle — Cokes, von welchen aber nur die Steinkohlencokes metallurgische Bedeutung haben.

§ 457. Es entstehen mithin im Ganzen nachfolgende Klassen von Brennstoffen:

1. Feste vegetabilische Brennstoffe — Holz und Holzkohlen.
2. Feste mineralische Brennstoffe:
 a. Jüngere, Torf, Braunkohlen und künstliche Kohlen;
 b. Aeltere, Steinkohlen und Anthracite, Cokes.
3. Flüssige Brennstoffe.
4. Gasförmige Brennstoffe.

Da jede Brennstoffklasse, wenn sie industriell vorbereitet wird, ihre ganz speciellen Vorbereitungsprocesse hat und dieselben weit mehr als bei Erzen und Zuschlägen dem einzelnen Material entsprechend gewählt werden müssen, so werden die Vorbereitungsprocesse im Anschluss an die Brennstoffbeschreibung zu behandeln sein.

Noch muss bemerkt werden, dass, da im Gegensatz zu den Eisenerzen, die Einzelvorkommnisse der mineralischen Brennstoffe die Eisenindustrie nur allgemein interessiren können und noch andere Industriekreise das Interesse theilen — hier nicht die gleiche Detailfülle im Bezug auf das Brennmaterial Platz finden kann, wie im Bezug auf die Eisenerze, die voll und ganz, nach jeder Richtung, die Eisenindustrie interessiren. Es werden hier desshalb Ueberblicke zu geben sein, welche nur über die Hauptsorten orientiren sollen.

1. Kapitel.

Die festen vegetabilischen Brennstoffe.

§ 458. Als fester vegetabilischer Brennstoff wird lediglich das Holz anzusehen sein, die Summe der festen Bestandtheile einer jeden Pflanze, besonders aber der Bestandtheile der Wurzeln, Stämme und Aeste baumartig sich entwickelnder Gewächse — sowie die daraus dargestellte Holzkohle.

Der industrielle Gebrauch und Verbrauch des Holzes ist ein sehr alter, und auch die Hüttenwerke haben bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts fast ausschliesslich mit Holz resp. Holzkohlen gearbeitet. Nur die allmälig sich einstellende Seltenheit des Holzes, die zunehmende Lichtung der Wälder hat den industriellen Verbrauch nach und nach immer mehr beschränkt. Die Grossindustrie ist jetzt an das Vorkommen der fossilen Brennstoffe, besonders der Steinkohlen allein gebunden und nur einzelne Bezirke sind noch in der Lage, ausreichende Holzbestände zur Unterhaltung grösserer industrieller Unternehmungen zur Verfügung zu haben. Unter solchen Verhältnissen kann auch nur noch ausnahmsweise von der Benutzung von Holz oder Holzkohlen bei Eisenhüttenanlagen die Rede sein und ist hier bezüglich der Classification und der Haupteigenschaften der Hölzer nur das Nothwendigste mitgetheilt. Ausführlicheres findet sich in den eigentlichen Lehrbüchern der Hüttenkunde, sowie in forstlichen und technologischen Werken.*)

A. Von dem Holze.

§ 459. Der metallurgische Werth der verschiedenen Holzarten ist abhängig von ihrer Dichtigkeit und Trockenheit; der Holzfaserstoff, die Cellulose,

$$C_6\ H_{10}\ O_5\ x = \left(\frac{H_2}{O}\right)_5\ C_6$$

resp. die darunter mitverstandenen anderen Gebilde (z. B. Fremys Vasculose and Cutose) ist in allen Hölzern die gleiche Substanz.

Der Hauptantheil an den sonstigen Verunreinigungen fällt dem Wasser zu, welches der Träger des Baumsaftes ist und eine grosse Menge gelöst gewesener Mineralsubstanzen im Holz ablagern hilft.

Bei der Benutzung des Holzes als Brennstoff kommt es wie bei allen Brennstoffen wesentlich darauf an, viel Masse in möglichst geringem Volumen zu vereinen, so dass der Holzwerth abhängig ist von der Dichtigkeit des Holzes, d. h. vom Bruttogewicht des Einheitsmaasses.

§ 460. Als Durchschnittswerth für langsame d. h. in regelrechter Beforstung gewachsene Hölzer kann man annehmen:

Harte Hölzer . . .	400—500 Kilos	
Harzige Hölzer . .	300—400 „	
Weiche Hölzer . . .	200—300 „	pro Cubikmeter.

Speciellere Angaben, welche bei Constructionen von Holzfeuerungen resp. Generatoranlagen für Holz benutzt werden können, sind, nach den Holzsorten alphabetisch geordnet, nachstehend zusammengestellt.

		Kilo	
Birken	lufttrocken (20—25/00 H_2O)	300—350	Berthier & Sauvage.
Birken (und Weide) in kleinen Rundstämmen	bei 140° getr.	311	Chevandier.
Dieselben	lufttrocken (20—25/00 H_2O)	390	do.
Birken (und Espe) in grossen Wellen und Rundstämmen gemischt	bei 140° getr.	294	do.
Dieselben	lufttrocken (20—25/00 H_2O)	368	do.

*) Sehr vollständig in Karmarsch's Mechanischer Technologie I. und Hartig's Lehrbuch für Förster II und III.

		Kilo	
Buchen in Rundstämmen	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	440—480	Berthier & Sauvage.
Buchen in Aesten	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	300—340	do.
Buchen in Scheiten oder groben Wellen. . .	bei 140° getr.	374	Chevandier.
Dieselben	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	467	do.
Buchen in Rundstämmen mit Aesten und Reisern gemischt	bei 140° getr.	304	do.
Dieselben	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	380	do.
Gemischte Reisigbündel, vorherrschend Buchen	bei 140° getr.	100	do.
Dieselben	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	125	do.
Eichen in Rundstämmen auf gutem Boden gewachsen	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	450—480	Berthier & Sauvage.
Dieselben, auf Kalkboden gewachsen	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	500—525	do.
Eichen in Scheiten oder groben Wellen . . .	bei 140° getr.	366	Chevandier.
Dieselben	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	457	do.
Eichen in kleinen Rundstämmen	bei 140° getr.	270	do.
Dieselben	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	338	do.
Kiefernholz (Föhren)	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	330—380	Berthier & Sauvage
Rothtannen (Fichten)	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	300—340	do.
Schwarzpappeln	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	221	do.
Weisspappeln	lufttrocken (20—25/$_{00}$ H_2O)	200	do.

Das Holz, was Chevandier untersuchte, war in den nördlichen Vogesen auf Buntsandstein gewachsen. Die von ihm angegebenen Werthe für 140° Trockung sind gefunden, die für Lufttrockne von ihm angegebenen sind durch Einrechnung von 20—25/$_{00}$ H_2O berechnet worden, während Berthier & Sauvage ihre Gewichtsmessungen direkt an lufttrocknem Holze ausführten.

§ 461. Grüne, d. h. frischgeschlagene Hölzer enthalten natürlich viel mehr Wasser als die lufttrocknen, auch wenn, wie gewöhnlich, der Holzeinschlag in derjenigen Jahreszeit geschieht, in welcher der Saft nicht mehr steigt, also im Winter nach dem Fallen der Blätter.

Man muss für grünes Holz je nach der Species 30—50/$_{00}$ H_2O rechnen, also dem Gewicht des lufttrocknen Holzes noch 11—30/$_{00}$ zurechnen, um das grüne Holz in seinem Gewicht richtig zu taxiren.

Auf eine für die technische Benutzung des Holzes stets erspriessliche gute Austrocknung kann man durch Zerschneiden und Spalten des Holzes, sowie durch Entrinden bei Zeiten günstig einwirken. Das Trocknen selber kann an freier Luft geschehen nur muss das Holz in geeigneter Weise aufgeschichtet oder aufgebaut werden.

Besonders ist dies nothwendig, wenn das Holz geflösst worden ist, ein Fall, der gerade in den heute noch Holz consumirenden Hütten- und Industriebezirken sehr oft auftritt z. B. in den österreichischen Alpenländern, in Skandinavien u. a. a. O. Zum Beispiel wird der grösste Theil des aus den steyrischen Staatsforsten der Neuberg-Mariazeller Gewerkschaft zu liefernden Kohlenholzes, einerseits nach der Mürz geflösst und auf derselben bis Neuberg geführt, andrerseits nach dem Ennsgebiet und Mariazell gebracht. Aehnlich ist es bei den Tyroler Staatswerken, Kiefer, Land u. A., sowie bei den Kärnthnern und Krainer Forstverwaltung.

An geeigneter Stelle vermittelst sogenannter Holzrechen aufgefangen, wird das Holz an das Land gezogen, aufgestapelt und der an solchen Orten ausführbaren Standköhlerei überwiesen, während da, wo die Forstverwaltung keine Massenproduktion an Kohlenholz in Aussicht nehmen kann, den die Köhlerei auf eigene Rechnung betreibenden Holzabnehmern gestattet ist, an geeigneter Stelle je nach Lage des Holzes selbst, ihre Meiler aufzusetzen und zu betreiben.

§ 462. Die chemische Zusammensetzung des Holzes ist nach den Untersuchungen von Chevandier keine so sehr verschiedene, sobald man das Wasser und die Aschenbestandtheile nicht mit einrechnet, also nur den verbrennlichen Theil berücksichtigt.

Chevandier fand in

	Buchen,	Eichen,	Birken,	Espen,	Weiden	
C	49,89	50,64	50,61	50,31	51,75	100,00
H	6,07	6,03	6,23	6,32	6,19	
O	43,11	42,05	42,04	42,39	41,08	
N	0,93	1,28	1,12	0,98	0,98	
neben	1,24	2,05	0,78	1,86	3,67/00	Asche.

Die Cellulose nach der früheren mitgetheilten empirischen Formel:

$$(C_6\ H_{10}\ O_5)\ x^{*)}$$

würde theoretisch enthalten müssen:

C	44,43
H	6,17
O	49,39

§ 463. Eine weit complexere Zusammensetzung hat die Holzasche, welche aus allen dem Boden, auf welchem der Baum gewachsen ist, entzogenen Mineralsubstanzen sich rekrutirt. Das Quantum der Holzasche beträgt im ausgebildeten Holz wenig mehr als $1/_{00}$ wogegen die Rinde $2—3/_{00}$, Faserwurzeln und Blätter aber bis 5, sogar $7^1/_2/_{00}$ enthalten können.

Die Holzasche enthält vorwiegend Kalicarbonate und Kalkcarbonat, neben welchen Verbindungen sich auch noch Natron, Magnesia Eisen- und Manganoxyde, Kieselsäure, Chlor, Schwefel- und Phosphorsäure in mannigfacher Gruppirung nachweisen lassen.

Die löslichen Bestandtheile der Asche betragen $15—30/_{00}$, die unlöslichen bezw. $85—70/_{00}$, wobei die bekannten Analysen ergaben, dass Laubholzaschen mehr, Nadelholzaschen weniger lösliche Bestandtheile aufweisen.

§ 464. Zwei Analysen von Holzaschen, welche von Hertwig herrühren, ergaben nachstehende Resultate:

$KaCO_3$	11,72	im Buchenholz	11,30	im Tannenholz
$NaCO_3$	12,37	—	7,42	—
$KaSO_4$	3,49	—	—	—
Summa der löslichen Bestandtheile	—	27,58	—	18,72
$CaCo_3$	49,54	—	50,94	—
$MgCO_3$	7,74	—	5,60	—
$Ca_3P_2O_8$	3,32	—	3,43	—
$Mg_3P_2O_8$	2,92	—	2,90	—
$\left.\begin{matrix}Al\\Fe\end{matrix}\right\} P_2O_8$	2,27	—	2,79	—
$Mn_3P_2O_8$	1,59	—	Sp.	—
SiO_2	2,46	—	13,37	—
Summa der unlöslichen Bestandtheile	—	69,84	—	79,03
Zusammen	—	97,42	—	97,75
Die Aschenprocente waren . .	—	0,384	—	0,328

(Analen der Chemie und Pharmarie 1843. XLVI. S. 97 ff.).

§ 465. Zu diesen Analysen ist zu bemerken, dass der Autor der Analysen die Phosphatformeln nicht beigegeben hat, dass also obige typische Formeln möglicherweise nicht genau die bei der Ausrechnung der Analyse supponirte Zusammensetzung vorstellen.

Die von Bottinger unter der Leitung von Will ausgeführten Analysen (ibid. 1844 L. S. 406 u. ff.) supponiren ein Kalkphosphat $3\ CaO,\ PO_5$ welches dem Typus $Ca_3P_2O_8$ wohl entspricht. Ein ebenfalls nachgewiesenes Eisenphosphat dagegen wird geschrieben: $2\ FeO_3,\ 3\ P_2O_5$ also $Fe_2P_6O_{21}$.

*) Da die Molekulargrösse der Cellulose wahrscheinlich eine andere ist, als der einfachen empirischen Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ entspricht, vielleicht das Doppelte und Dreifache beträgt, so versieht man die empirische Formel mit dem Coefficienten x oder auch n. Die Strukturformel ist aus obigem Grunde noch nicht festzustellen, wenn auch bekannt ist, dass die Cellulose in naher Beziehung zu den Zuckerarten steht, die man als Alkoholderivate ansieht.

Die vorstehenden Beispiele genügen, um auf die Consequenzen hinzuweisen, welche die Bestandtheile der Holzasche auf irgend einen Hüttenprocess haben können. Besonders merkwürdig ist der Phosphorgehalt der event. auch noch zunehmen kann, sobald das Terrain Veranlassung bietet. Ausserdem muss hervorgehoben werden, dass bei jüngern Hölzern das Verhältniss sich steigert, da dieselben vielfach aschenreicher sind als ausgewachsenes Holz.

§ 466. Den Heizeffekt des Holzes anlangend, so entspricht derselbe dem Gehalt an brennbaren Elementen insofern, als er nur ungefähr die Hälfte des Effektes von dem des reinen Kohlenstoff beträgt. Doch ist das Verhältniss nicht so aufzufassen, als wenn die Summe der berechneten Einzeleffecte der brennbaren Elemente ohne Weiteres gleich käme dem experimentell durch Calorimeterversuche gefundenen Effekt des Ganzen.

Es findet bei dem Verbrennen des Holzes wie bei dem jedes anderen complicirt zusammengesetzten Brennstoffes ein gewisser Ausgleich statt, zwischen der durch Zersetzungen und Neubildungen bezw. verbrauchten und producirten Wärmemenge, welcher Ausgleich durchaus kein vollständiger ist und in seinem positiven oder negativen Resultat den Totaleffekt steigert oder schmälert. Doch auch dieser Letztere ist nicht als die blosse Summe der Einzeleffekte der brennbaren Elemente anzusehen, sondern wird sich zusammensetzen aus den ganz anders bezifferten Effekten der im Verbrennungsprocess selbst entstandenen brennbaren Neubildungen und dem Effekt des schliesslich vollkommen verbrennenden Rückstandes.

§ 467. Es ist demnach bei zusammengesetzten Brennstoffen eine Uebereinstimmung der nach den chemischen Analysen berechneten Wärmeeffekte und der experimentell gefundenen Effekte nicht wohl denkbar und auch thatsächlich noch nicht nachgewiesen worden. Bald ist der berechnete Effekt grösser, bald kleiner als der wirklich ermittelte, wobei natürlich andre Wärmeverluste z. B. durch hygroscopischen Wassergehalt, wechselnde Aschenmengen etc. ausgeschlossen sind.

Bei dem Holze, d. h. der Cellulose würde z. B. der Effekt sich berechnen auf

$$\frac{44,44}{100} \times 8000 = 3555,5\ c$$

$$+ \frac{6,17}{100} \times 34000 = 2097,8\ c \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad = 5653,3\ c$$

während Versuche mit reiner Cellulose ergaben = 3622,0 *c*
Lufttrocknes Holz mit $20/_{00}$ H_2O ist zu veranschlagen auf höchstens 3200,0 *c*
dabei muss die Verbrennung eine absolut vollkommene sein, was im Grossen nicht immer zu erreichen ist. Man veranschlagt desshalb den Effekt des Holzes besser auf nur . . 2400—2500 *c*

§ 468. Nach dem Gesagten wird es einleuchten, dass man viele Versuche gemacht hat, den Effekt des Holzes zu steigern. Ohne Veränderung des Holzes selber kann man indess nicht wohl weiter darin gehen, als bis zur Entfernung des hygroscopischen Wassers also bis zur Darstellung nahezu absolut trocknen Holzes.

Wo aber diese Trocknung in besonderen Apparaten, Trockenkammer etc. ausgeführt wird, beschränkt man sich selten auf die eigentliche Trocknung, sondern geht über die Temperatur von 150⁰ hinaus und verändert das Holz durch einen beginnenden Verkohlungsprocess, den Darrprocess. Das Holz wird nach Violette's Versuchen bis 280⁰ vollkommen rostbraun, über 280⁰ nach und nach braun und endlich schwarz, bis bei 340—350⁰ eine gare, wenn auch noch nicht vollkommen entgaste Kohle vorhanden ist.

Während vor 25—30 Jahren die Holztrocken- und Darrprocesse einiges Interesse erregten und man glaubte, durch eine solche Effektsteigerung den Holz- und Holzkohlenbezirken einen längeren Fortbetrieb ermöglichen zu können — sind die gehegten Erwartungen nicht erfüllt worden. Selbst in noch sehr holzreicheren Bezirken bietet heute die Holzvergasung ganz andere Vortheile als die von einer umständlichen Vorbereitung unterstützte direkte Verbrennung. Im III. Bande werden derartige Einrichtungen besprochen werden, welche selbst bei Verwendung sehr nasser Materialien sich bewährt haben.

Die Einrichtungen selber, welche man zur Trocknung des Holzes und zum Darren benutzt hat, z. B. eine durch die Publikationen der Leobener Akademie bekannt gewordene Holzdarrkammer zu Mariazell, sowie ähnliche Einrichtungen zu Mägdesprung u. a. Hütten entsprechen vielfach den im Eisengiessereibetrieb benutzten Darrkammern, über deren Einrichtung der II. Band die nothwendigsten Details mittheilt.

B. Von der Holzkohle.

§ 469. Die Holzkohle ist der Rückstand der trocknen Destillation des Holzes.

Die trockne Destillation der Brennstoffe*) ist eigentlich die Nachahmung bezw. Fortsetzung des von der Natur eingeleiteten Zersetzungsprocesses und bezweckt ganz im Allgemeinen die Zerlegung der Rohsubstanz in

1) einen an Kohlenstoff reichen, an flüchtigen Bestandtheilen armen Destillationsrückstand (Holzkohle oder Cokes verschiedener Herkunft);
2) ein an Wasserstoff (neben Sauerstoff und Stickstoff) reicheres an Kohlenstoff ärmeres Destillat, welches besteht aus:
 Theer, einer zähflüssigen Masse,
 Theerwasser, einer beweglicheren wässrigen Masse, und
 Gasen in vielfacher Mischung.

In dem Theer stecken eine Menge fester und flüssiger Kohlenwasserstoffe; (Paraffin, Solaröl, Benzol, Naphtalin, Anthracen); in dem Theerwasser finden sich theils Essigsäure und Methylalkohol, theils Ammoniak, je nach der durchschnittlichen Beschaffenheit des Rohmaterials; in den Gasen verschiedene Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxyde und reine Wasserstoffe.**)

§ 470. Der Verlauf des Destillationsprocesses ist abhängig von der Führung desselben, abgesehen von den Verschiedenheiten des Rohmaterials.

Die Höhe der Temperatur, die mehr oder minder grössere Schnelligkeit in der Entwickelung der zur Destillation benutzten Wärme, und die Zeit während welcher die Destillationsprodukte der Wärme ausgesetzt waren, sind vom grössten Einfluss auf die Resultate des Destillationsprocesses.

Je höher die Temperatur ist, um so stärker ist die Bildung permanenter Gase, namentlich der Kohlenwasserstoffe und um so leichter zerlegen sich diese in Kohlenstoff und Wasserstoff oder in verdichtetere Kohlenwasserstoffe und Wasserstoff.

Es vermögen z. B. 2 Molecüle Methan (Methylwasserstoff oder Grubengas) nach einander 1 Molecül Aethan und 2 Wasserstoff, 1 Molecül Aethylen und 4 Wasserstoff, 1 Molecül Acetylen und 6 Wasserstoff und endlich 2 Atome Kohlenstoff (Gaskohle) und 8 Wasserstoff zu geben nach der Formelreihe:

$$\begin{array}{c} CH_3\,H \\ \\ \underline{CH_3\,H} \\ \text{2 Molecül} \\ \text{Methan} \end{array} = \begin{array}{c} CH_2\,H \\ | \\ \underline{CH_2\,H} \\ \text{1 Molecül} \\ \text{Aethan} \end{array} + 2\,H = \begin{array}{c} C\,H\,H \\ \| \\ \underline{C\,H\,H} \\ \text{1 Molecül} \\ \text{Aethylen} \end{array} + 4\,H = \begin{array}{c} C\,H \\ ||| \\ \underline{C\,H} \\ \text{1 Molecül} \\ \text{Acetylen} \end{array} + 6\,H = \begin{array}{c} C \\ |||| \\ \underline{C} \\ \text{Cokes} \\ \text{Gaskohle} \end{array} + 8\,H$$

Es können aber auch verdichtete Kohlenwasserstoffe entstehen, z. B.:

$$\begin{array}{c} \underline{6\,CH_4} \\ \text{6 Molecüle} \end{array} = \begin{array}{c} \underline{C_6\,H_6} \\ \text{1 Molecül} \end{array} + 18\,H;$$

doch ist diese Art der Umwandlung noch nicht weiter verfolgt worden.

*) In der Darstellung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Erklärung der trockenen Destillation der Brennstoffe ist hier durchweg der knappen und präcisen Chemischen Technologie von Julius Post, Berlin 1877. I. S. 61 u. ff. gefolgt, desshalb sind auch die chemischen Bezeichnungen desselben Autors hier beibehalten worden.

**) Bei der in Gefässen ausgeführten trockenen Destillation des Holzes, bilden sich nach den Angaben Wagner's (vergl. Post a. a. O. S. 76) nachstehende unterscheidbare Verbindungen:

a) Gase und Dämpfe	Acetylen	$C_2\,H_2$
	Aethylen	$C_2\,H_4$
	Propylen	$C_3\,H_6$
	Butylen	$C_4\,H_8$
	Benzol	$C_6\,H_6$
	Toluol	$C_7\,H_8$
	Xylol	$C_8\,H_{10}$
	Naphtalin	$C_{10}H_8$
	Kohlenoxyd	CO
	Kohlensäurehydrid	CO_2
	Methon (Grubengas)	CH_4
	Wasserstoffe	H_2

b) Theer	Naphtalin		$C_{10}\,H_{18}$
	Reten		$C_{18}\,H_{18}$
	Paraffin		$C_{20}\,H_{24} - C_{22}\,H_{46}$
	Phenole	Phenol	$C_6\,H_5\,OH$
		Kresol	$C_6\,H_4\begin{cases}OH\\CH_3\end{cases}$
		Phlorol	$C_6\,H_3\,(CH_3)_2\,OH$
	Guajakole	Oxyphenol	$C_6\,H_4\,(OH)_2$
		Kreosole	$C_6\,H_4\begin{cases}OCH_3\\OH\end{cases}$
			$C_8\,H_{10}\,O_2$
			$C_9\,H_{12}\,O_2$
	Brandharze.		

c) Theerwasser (Holzessig)	Essigsäure	$CH_3\,CO\,OH$
	Propionsäure	$C_2H_5\,.\,CO\,OH$
	Buttersäure	$C_3H_7\,.\,CO\,OH$
	Valeriansäure	$C_4H_9\,.\,CO\,OH$
	Capronsäure	$C_5H_{11}\,.\,CO\,OH$
	Aceton	$CH_3\,CO\,.\,CH_3$
	Methylacetot	$CH_3\,.\,COO\,CH_3$
	Methylalkohol	$CH_3\,.\,OH$
	Allylalkohol	$C_3H_5\,.\,OH$
	Methylannin	$CH_3\,.\,NH_2$
	Hydroconvulignon	$C_{15}\,H_{16}\,O_6$
	Phenole, Gujakole und Brandharze.	

d) Holzkohle: Kohlenstoff incl. Hygroscopisches Wasser und Asche.

§ 471. Mit steigender Temperatur wächst auch der Kohlegehalt der Kohlenwasserstoffe und vermindern sich die in der Hitze zerlegbaren Verbindungen, während eine niedrigere Temperatur der Produktion der letztgenannten Verbindungen günstig ist und dagegen die Bildung der Kohlenwasserstoffe und der Benzolreihe hindert.

Langsame Steigerung der Temperatur gestattet eine möglichst vollkommene Abdestillation der anfangs entstehenden in grösserer Hitze zerlegbaren Verbindungen, wogegen rasche Steigerung sofort permanente Gase bildet. Ebenso begünstigt rasche Fortnahme der Destillationsprodukte aus dem Ort der Erhitzung das Erhalten derselben und hindert das Zerfallen.

Theoretisch erheischt daher die Darstellung eines möglichst hohen Rückstandes eine möglichst hohe und raschgesteigerte Temperatur um die Zersetzung der Kohlenwasserstoffe in Kohlenstoff und Wasser zu ermöglichen. Es ist dies aber nur ausführbar, wenn das zu destillirende, d. h. zu verkohlende Rohmaterial sofort in glühende Gefässe gebracht werden kann. Sobald es in beweglichen Oefen d. h. in bedeckten Meilern und Haufen verkohlt werden muss, kann es praktischer sein, langsam zu erhitzen, weil sonst zuviel Rohmaterial selber in Brand geräth und verloren geht. Bei der Vercokung der Steinkohlen ist der Fall anders und es geben dort die gutgeheizten Construktionen in der That grössere Ausbringen als Meiler und alte Backöfen.

§ 472. Wegen dieser Eigenthümlichkeit des Verkohlungsprocesses bei dem Holze geht aus demselben ein beträchtlicher Theil des Kohlenstoffs stets als gas- oder dampfförmige Verbindung fort und die zurückbleibende Holzkohle ist selten mehr als die Hälfte des theoretischen Kohlegehalts der Holzfaser, oft auch weniger.

Gillot erhielt bei sorgfältigen Versuchen in geschlossenen Gefässen:

Kohle	32,63 $/_{00}$
Essigsäurehydrat . .	7,169 $/_{00}$
Methylalkohol . . .	1,900 $/_{00}$
Theer	2,000 $/_{00}$
Wasser	40,128 $/_{00}$
Gase	16,167 $/_{00}$
	99,994 $/_{00}$

(Carbonisation du bois etc. Paris 1873, Lacroix).

Ausser Kohlenstoff enthielt die Holzkohle aber auch noch Gase und die sämmtlichen Aschenbestandtheile des Holzes.

§ 473. Sauvage hat schon vor längerer Zeit in den Ardennen Versuche betr. die Zusammensetzung der in grösseren Massen fabricirten Holzkohlen gemacht und gefunden, dass dieselben neben 79 $/_{00}$ C noch 14 $/_{00}$ flüssige Stoffe und 7 $/_{00}$ Asche enthielten.

Doch wächst in den zum Verkauf angebotenen Holzkohlen der Aschengehalt nicht selten auf 10—12 $/_{00}$ (Angabe von Challeton) weil unter den in Wagen oder Säcken transportirten Kohlen immer noch viel Sand und Erde von den Meilerstätten sich findet, auf welchen der Betrieb auf Holzkohlen stattgefunden hat. Eigene Köhlereien, welche von besonderen Ingenieuren beaufsichtigt werden, schützen die Hüttenwerke am besten gegen diese Art der Verunreinigung, welche dem Hochofenbetrieb durch Zufuhr ganz unnöthiger Schlackenelemente schädlich werden kann.

Die Fabrikation der Holzkohle geschieht auf zweierlei Weise:

1) unter Vernachlässigung der Destillate, durch Verkohlen des Holzes in Meilern und Haufen;
2) unter Gewinnung der Destillate, durch Verkohlen in geschlossenen Apparaten, Oefen, Retorten oder auch bloss unter dichten Bedeckungen.

Die Holzkohlenhüttenwerke bedienen sich vorzugsweise der ersten Methode, welche, wenn auch weniger vollkommen als die zweite, doch keinerlei Einrichtungen irgend welcher Art verlangt, sondern an jeder beliebigen Stelle angewendet werden kann.

1. Von der Meiler- und Haufenverkohlung des Holzes.

§ 474. Das Princip dieser uralten Darstellungsmethode, welche in allen Lehrbüchern der allgemeinen, wie der Eisenhüttenkunde mit einer gewissen Vorliebe ausführlich geschildert wird, beruht auf der anfänglichen Verbrennung einer bestimmten Holzmenge und auf der durch geschickte Leitung des Feuers herbeigeführten Destillation des ganzen Holzrestes mittelst der anfänglich und später noch während des Destillationsprocesses entwickelten Wärme.

Die Ausführung geschieht, indem Holz, mehr oder minder regelmässig und mit möglichst wenig Zwischenräumen geschichtet, mit einer porösen und beweglichen Decke aus Rasen und Erde oder auch

nur aus Kohlenklein (das von früheren Betrieben vorhanden sein kann) an einer symetrisch zur ganzen Masse belegenen Stelle entzündet wird. Der anfänglich ungehinderte Luftzutritt wird nach der Entfernung des Wassers und der sonstigen wässrigen Destillate gehemmt und dann durch verschiedene Kunstgriffe das Feuer, d. h. die Destillation regelmässig im ganzen Haufwerk bis zu den vom anfänglichen Feuerherd entferntesten Partieen geleitet.

§ 475. Die Anordnung des Holzes richtet sich nach verschiedenen Momenten. Wo der gewöhnliche dem Austrocknen günstigste Holzschnitt betrieben wird, wo also meterlange Scheite, nicht über 15—16 cm stark, aus den Holzschlägen erfolgen und wo nebenher eine gewisse procentuale Menge Aeste und Wurzelstöcke ebenfalls möglichst auf die gleiche Länge gebracht, gewonnen werden, bevorzugt man den einem flachen abgestumpften Kegel gleichen Meiler, seltener den langgestreckten trapezoïdalen Haufen. Der Letztere von viel grösserem Raumgehalt als der Erstere verlangt das Vorhandensein grosser Holzmassen an einer Stelle und eignet sich desshalb vorzüglich für solche Gegenden, wo das Holz in Holzgerinnen aus den Schlägen transportirt und nach den Thalbezirken geflösst wird, wo es an passender Stelle durch Holzwehre oder Holzrechen gefangen, ans Land gezogen und aufgeschichtet wird. Die alpine Forstwirthschaft allein bietet Beispiele dieser Art der Holzanhäufung regelmässig dar, wogegen in allen mittleren Gebirgen, sowie im Flachland, das Holz in den Schlägen zerstreut liegt und vor der Verkohlung ohne erhebliche Fuhrkosten nicht zusammengerückt werden kann. Man zieht es vor, die Verkohlung da vorzunehmen, wo eine Menge Holz näher beisammen liegt, hinreichend um die Substanz eines Meilers zu geben. Es variirten die Holzmengen eines Meilers auch ganz ausserordentlich und bewegen sich zwischen 20—150 cbm; man hat indess gefunden, dass eine bestimmte mittlere Grösse die besten Resultate giebt.

§ 476. Auf den ersten Blick scheinen grosse Massen desshalb günstigere Aussichten zu bieten, weil dann mit einer relativ geringeren Menge verbrennenden Holzes die Verkohlung ausgeführt werden kann. Doch wird dieser Vorzug compensirt oder neutralisirt durch die grösseren Schwierigkeiten in der gleichmässigen Aufstellung, in der Bewartung, sowie durch den schädlichen Einfluss der längeren Dauer des Verkohlungsprocesses auf die zuerst gebildeten Kohlen, welche leicht zu gar brennen, während die äussersten Zonen und der Fuss des Meilers gern roh bleiben.

Ist das Holz sehr gleichmässig und von einer Species, so kann man Meiler von 100—150 cbm noch gut und vortheilhaft betreiben. Sobald aber in einen Meiler sehr verschiedenartiges Verkohlungsmaterial gelangt, ist es besser, kleine Meiler von 40—50 cbm anzuwenden. Abfälle von Zimmerplätzen und Sägemühlen, rohe Rückstände von Verkohlungen etc., verkohlen sich in noch kleineren Meilern (ca. 20—35 cbm).

§ 477. Der Bau eines Meilers erfolgt gewöhnlich so, dass um einen auf planirter Fläche (mit einer leichten Einsenkung nach der Mitte) eingegrabene Stange, den Quandelpfahl oder König, zunächst schwächere Scheite, mit der Rindenseite nach aussen, gelehnt werden. Da jede weitere Schicht dieser Scheite eine etwas stärkere Neigung erhält, um leicht stehen zu bleiben, so bildet sich in wachsendem Abstand von der Mitte nach und nach eine Kegelfläche aus, während die Köpfe der Scheite ebenfalls eine aber sehr flache Fläche derselben Gattung geben. Auf diese untere ca. 1 m im Maximum hohe Schicht stellt man eine zweite und auf diese eine dritte, so dass die Axe des festen Meilers ca. 3 m hoch ist und schichtet nun in der Runde Scheit auf Scheit, möglichst wenige und gleiche Zwischenräume lassend, bis sich eine Art Paraboloid gebildet hat, dadurch, dass die beiden Kegelflächen, der Seiten und des Scheitels in einander verlaufen. Der Durchmesser der Basis ist dann gewöhnlich 10 m und der Inhalt 100—125 cbm. Man kann in einem solchen Meiler auch das Astholz und das Stockholz oder Wurzelholz unterbringen, wenn man ersteres um den Quandel herumstellt und auch zum Ausgleichen der Aussenfläche, zum Ausschmalen benutzt, das Stockholz, seiner schwierigen Eigenschaften halber aber dahin stellt, wo erfahrungsmässig die Verbreitung des Feuers eine schwierigere ist, d. h. am Boden, also in die unterste Schicht und ungefähr in die Mitte zwischen Quandel und Fussrand des Meilers. Die Gleichmässigkeit der Aussenfläche ist ein Beweis für den richtigen Aufbau des Ganzen, während ungleiche Neigungswinkel an verschiedenen Seiten von ungleicher Arbeit Zeugniss geben.

§ 478. Man hat auch Meileraufstellungen mit theilweise liegenden Scheiten; sie erscheinen auf den ersten Blick bequemer als die mit ausschliesslich gestelltem Holz, haben aber ihre grossen Nachtheile. Da die Scheite ausgewachsener Baumstämme nahezu prismatisch sind, und da nur einzelne Aeste starke Verjüngungen und dadurch conische Formen zeigen, ist es unmöglich, namentlich in der Nähe des Quandels eine radiale Schichtung der Scheite zu bewirken, ohne grössere keilförmige Zwischenräume zu erhalten. Während die nach innen liegenden Scheitenden zusammenstossen, klaffen die äusseren umsomehr auseinander, je weniger Scheite in einer Horizontallage sich befinden und es wird das peripherische Maass der Zwischenräume an den äusseren Scheitenden ein um so grösseres je länger die Scheite selbst sind und je näher sie der Axe liegen.

Bei einer bekannten Meilerzeichnung (Percy-Wedding II. 2. und Dürre, Allgemeine Hüttenkunde S. 113. Fig. 50) beträgt der Abstand der innern Scheitenden von der Axe ca. 1 m, die Scheitlänge ebenfalls 1 m. Die Peripherie des Aussenkreises ist daher doppelt so gross, wie die des Innenkreises und es werden desshalb zwischen den äusseren Scheitenden gleich breite Zwischenräume sich finden, welche allerdings in der nächsten Schicht nur noch $^1/_2$ und $^1/_4$ der Scheitbreite betragen, immerhin aber grösser sind als in einem stehenden Meiler. Schmalt man mit schwächerem Holz aus, so verschwindet ein Theil der Zwischenräume, um einer in mancher Beziehung viel unvortheilhafteren Ungleichmässigkeit in der Produktion Platz zu machen. Desshalb ist das Legen des Holzes nicht zu empfehlen.

§ 479. Die Meilerstätte erfordert noch einige Ueberlegungen und Vorbereitungen ausser dem Planiren, welche nicht übergangen werden dürfen. Sie beziehen sich auf Lage, Schutz gegen Wetter und Wasser, sowie auf die eigentliche specifische Beschaffenheit des Bodens.

Die Lage anlangend, so ist bei derselben Rücksicht zu nehmen auf das Vorhandensein von Wasser und von Bedeckungsmaterial, um den Betrieb führen zu können. Der Fall dürfte selten sich wiederholen, welcher in dem 1873er Ausstellungs-Katalog des österr. Ackerbauministeriums angeführt wird, wo S. 136 einer besonders für wasserarme Hochflächen ausgebildeten Astholzköhlerei Erwähnung geschieht, deren Beschreibung nebst Meilermodell das Interesse der Forstleute mehr noch als das der Hüttenleute erregte. So sehr im Allgemeinen das Wasser benöthigt ist, so sehr muss man sich hüten, mit einer Meilerstätte in ein Inundationsgebiet zu gerathen, wenn man sich in der Nähe eines Wasserlaufs etabliren will. Ebenso darf man, um recht reichlich Grundwasser zu haben, sich nicht in sumpfige Waldstellen verirren, sondern muss stets eine gewisse Sicherheit in dieser Hinsicht bedenken.

§ 480. Ebenso wie gegen Wasser, muss die Meilerstätte gegen einseitige Wettereinflüsse geschützt liegen und darf desshalb den Winden nicht zu sehr ausgesetzt sein. Es ist dies nicht immer möglich, aber in gebirgigen und waldigen Terrains gibt es dennoch Stellen, welche weniger dem Zug ausgesetzt sind als Andere — freilich ist auf vorhandene forstliche Culturen Rücksicht zu nehmen, wie denn bei Köhlereibetrieb Fremder, auf eigenem Grund und Boden dem Waldbesitzer ein unbedingtes Aufsichtsrecht zusteht.

Was den Schutz gegen Wind anlangt, so kann derselbe auch durch künstliche Maassnahmen, z. B. Anlage von Windschirmen aus Geflechten und Scheiten erzielt werden, zu deren Anfertigung die Köhler hinreichend Zeit finden.

§ 481. Die Beschaffenheit des Bodens anlangend, so ist dieselbe ebenfalls in Betracht zu ziehen. Der beste Boden für den Meilerbetrieb ist eine poröse Schicht oder ein poröses Gestein, wenn Felsboden unvermeidlich ist. Der Grund, warum auf die Porosität soviel zu sehen ist, muss in der Nothwendigkeit eines gleichmässigen Luftwechsels im Meiler gesucht werden. Die Meilerdecke lässt fortwährend heisse Gase austreten, deren Abzug ein Nachtreten frischer Luft an dem Meilerfuss verursachen würde, wenn dieser geöffnet wäre. Da dies aber gewöhnlich nicht der Fall ist, so muss durch den Boden Luft nachgesaugt werden und je besser dies geschieht, um so vollständiger ist die Verkohlung am Boden selber und über die ganze Fläche hin.

Gillot (de la carbonisation du bois, Paris, Lacroix 1872) in einer ausführlichen Kritik des Waldköhlereiverfahrens behauptet, dass ein guter Meilerbetrieb nur möglich sei, auf plutonischen Gesteinen, besonders auf granitischen, ferner auf sandigen selbst kiesigen Trümmerlagern, dass dagegen ein schlechter Meilerbetrieb auf Kalkboden, Thonboden und auf torfigen Gründen statthabe. Die erste Art von Boden gebe nach der Benutzung eine pulverige mit Kohlenklein untermischte vollkommen bewegliche Masse, während die Meilerstätten auf der anderen Art Boden klumpige und bröckliche Massen zeigten, welche vornehmlich den thonigen Elementen der Unterlage zu verdanken seien.

Auch Hartig in seinem klassischen Lehrbuch für Förster (II. Band, S. 309) hebt die Vortheile eines luftigen Bodens hervor, doch empfiehlt er, lockeren Sand durch bündigeres Erdreich zu verbessern. Es dürfte dasselbe Resultat erzielt werden, wenn bei anscheinend zu luftigem Boden die untere Meilerlage dichter gesetzt und aus weit schwererem Holz gebildet würde als für gewöhnlich geschieht.

Die Special-Schriftsteller über Hüttenmännischen Köhlereibetrieb: von Berg, Freytag u. A. haben diese Rücksichten auf die Bodenbeschaffenheit ebenfalls gebührend berücksichtigt.

§ 482. Nachdem der Meiler fertig aufgesetzt ist, wird er bedeckt. Die Bedeckung besteht meist aus zwei verschiedenen Schichten, einer porösen aus Rasen, Reisig oder Streu und einer dichten aus feuchtem Sand oder Erdreich. Beide hinreichend stark aufgetragen, um zu halten und den Austritt der Gase nicht wesentlich zu hindern, durchtränken sich später mit den Destillationsprodukten und bilden harte Krusten und Schollen, welche den Abschluss des Verkohlungsprocesses erschweren würden, wenn sie nicht durch Abbrennen der bituminösen Beimischung wieder zerfielen.

Diese Decke wird anfänglich nur auf den Wänden und dem Scheitel des Meilers vollständig hergestellt, während der Fuss des Meilers und die Spitze frei bleiben, um dem Feuer in den allerersten Stadien des Brennens Luft zuzuführen. Später schüttet man auch diese frei und locker gebliebenen

Stellen zu und spart nur einige Oeffnungen aus, um das Feuer, welches zuerst den Scheitel des Meilers erreicht und sich dort verbreitet, wieder herunter zu ziehen.

Anstatt der genannten vegetabilischer Substanzen kann man auch nasse Kohlenlösche brauchen, welche stets vorhanden ist, sobald der Betrieb eines Meilers beendet ist, oder alte Meilerstellen in der Nähe sich befinden.

Feste Decken z. B. Blechmäntel aus Eisen, zerlegbar und transportabel sind nur dann angewandt worden, wenn es sich um Gewinnung der Destillate handelte, wie z. B. bei dem Dromart'schen Verkohlungsapparat.

§ 483. Der Betrieb des Meilers erfolgt durch Entzünden der in der Mitte der Basis angehäuften zerkleinerten Brennstoffe, welche gewöhnlich mit Kienspänen untermischt werden.

Das Entzünden geschieht theils von unten her, theils von oben. Im ersteren Fall wird beim Aufsetzen des Meilers eine Zündgasse reservirt, indem man einen Baum oder eine dicke Stange radial an den Quandelpfahl stossend auf die Meilersohle legt. Diese Stange bildet gewissermassen das Modell der Zündgasse und wird nach der Vollendung des Aufsetzens entfernt.

Im anderen Fall wird anstatt des Quandels ein Zündschacht in der Axe des Meilers gebildet, durch den das Feuer herabgeworfen und mit kleingehauenem Holze bedeckt wird. Diese Art des Entzündens ist bequemer, doch gibt die entsprechende Anordnung des Meilers Veranlassung, dass sich in der Centralregion noch mehr kleine Kohlen bilden als sonst schon der Fall ist.

§ 484. Nachdem die Entzündung des Meilers geschehen und ein leichtes Rauchwölkchen an der unbedeckten Spitze dies angezeigt hat, werden alle Maassregeln getroffen um das Bilden sich plötzlich entzündender und dadurch explosiver Gemische unschädlich zu machen. Man hält kleingeschlagenes Holz zum Nachfüllen der ausgebrannten Stellen (die als Gasreservoire gefährlich sind) bereit, beschwert die steilen Wände der Decke mit Scheiten um das Herabgleiten der Bedeckung bei den etwa eintretenden Detonationen zu verhindern. Diese Periode des „Schlagens" oder „Stossens" dauert in jedem Meiler, bis das Feuer unter dem Scheitel sich verbreitend, die Luft ziemlich ausgetrieben resp. absorbirt hat. Nach den ersten 18—24 Stunden ist dies geschehen und geht von da ab der Process seinen ruhigen Gang weiter. Die Decke beschlägt sich nach und nach unter Braunwerden mit den condensiblen Destillationsprodukten und die Kunst des Köhlers besteht nun darin, ohne zu viele Luftlöcher das Feuer gleichmässig nach unten, dem Rand zu, zu ziehen, in den bereits verkohlten Partien des Meilers aber das Erlöschen der heissen Kohlen zu befördern, durch gleichmässiges Nachtreiben der sinkenden Decke.

Wenn die an irgend einer Stelle austretenden Gase eine bläuliche Färbung zeigen, so ist die Destillation daselbst vollendet und es treten nur mehr Verbrennungsprodukte aus.

Mit Voranschreiten des „Zubrennens" ist es nothwendig, die Schollen der Decke zu zerschlagen und durch Abbrennen zu zerkleinern, so dass das Löschen möglich ist. Ist das Löschen beendet und Feuer vollkommen erstickt, so lässt man den Meiler einige Zeit lang ruhig stehen und soweit abkühlen, dass für die herauszunehmenden Kohlen, die Gefahr der Entzündung nicht mehr droht.

§ 485. Das „Ziehen" der Kohlen beginnt ringsum am Meilerfuss, wobei darauf zu achten ist, dass die Decke stets das Zurückbleibende wieder vollkommen verdeckt.

In dem letzten Stadium vor dem Ziehen und während des Ziehens selber ist die Kohle der Entzündung am meisten ausgesetzt und der geringste Luftzutritt genügt, um die im Meiler selbst befindliche Kohle zum Glühen zu bringen und verheerende Brände zu erzeugen. Es ist desshalb eine unablässige Aufsicht nothwendig, während der erloschene Meiler vollkommen auskühlt und bei ausreichender Zeit sollte man das Ziehen lieber so weit hinausschieben als möglich, weil man dann nicht nöthig hat, in gleichem Maasse die frisch gezogenen Kohlen mit Wasser abzulöschen und sie dadurch in der Qualität zu beeinträchtigen.

Gute Kohlen müssen klingend hart, auf dem Bruch glänzend schwarz sein und dürfen kein mattes erdiges Aussehen haben. Wenn einzelne darunter bunte Anlauffarben äusserlich zeigen, so wird es als ein gutes Zeichen für richtig verlaufene Verkohlung angesehen.

Rohe, d. h. nicht vollkommen gar gebrannte Kohlen haben eine braunschwarze Farbe und brennen mit einer leuchtenden Flamme, wogegen übergare Kohlen mattschwarz, russig und zerklüftet erscheinen.

§ 486. Das Ausbringen beziffert sich nach diesen möglichen Unterschieden in der Darstellung auch sehr verschieden, stimmt aber darin überein, dass nicht ganz zwei Drittel des im Holz vorhandenen Kohlenstoffs, 30/₀₀ hygroscopisches Wasser vorausgesetzt, gewonnen werden.

Schon Karsten fand, dass rasches Treiben der Meiler 14,42/₀₀, langsame und vorsichtige Arbeit dagegen 25,69/₀₀ ergaben.

Messungen im Grossen ergaben: in Frankreich 17—21,3/₀₀
in Belgien 15—22,0/₀₀ (je nach dem Gang der Verkohlung)
in Schweden 20—28,0/₀₀

bei der ausschliesslichen Verwendung von Nadelhölzern in sehr grossen und starken Stämmen.

Wenn Hartig (Lehrbuch für Förster II. S. 301) das Wasser des Waldtrockenholzes auf 30/00 beziffert und danach das Sollausbringen an Kohle auf 29/00 angibt, so macht, der wirkliche Verlust an Kohle ca. 8/00 der Holzmasse aus, oder 30/00 des Kohlenstoffgehaltes. Veranschlagt man die in den früher aufgezählten Destillaten verborgene Kohlenstoffmenge einstweilen auf 4—5/00, so bleiben nur 4—5/00 wirklicher Kohlenverlust übrig, der auf Rechnung des Köhlereiverfahrens kommt.

§ 487. Gillot in seinem bereits mehrfach citirten Buche, rechnet — um das von ihm empfohlene Destilliren in geschlossenen Gefässen als möglichst vortheilhaft erscheinen zu lassen — ganz anders und setzt voraus, dass 100 Theile Holz in dem Zustand der Trockenheit, den sie gewöhnlich bei der Benutzung haben, d. h. 3—6 Monate nach dem Fällen, 40 Theile Kohlenstoff enthielten, die Aschenbestandtheile eingeschlossen.

Da er die höchste Kohlenausbeute in Meilern gleichzeitig auf 25/00 annimmt, bleiben für ihn 75/00 flüchtige Bestandtheile, welche er in runden Summen wie folgt, veranschlägt:

Essigsäure	7/00	mit 2,8/00 C
Holzgeist	1/00	„ 0,375/00 C
Theer (als $C_4 H_4$ gedacht) .	5/00	„ 4,2858/00 C
Wasser	45/00	
Gase	17/00	„ 7,5392/00 C

Es würden dann allerdings ca. 15/00 des Kohlenstoffgehalts in flüchtige Produkte übergehen, welche bei der gewöhnlichen Waldköhlerei verloren sind. Rechnet man aber 30/00 Nässe und das gewöhnliche Bruttoausbringen von 20/00 Kohlen, so ergiebt sich dem gegenüber ein Kohlenstoffgehalt von $\frac{44,44 \times 100}{130}$ oder nur 34/00, so dass 14 von den 34/00 C dem Process zum Opfer fielen, welche zwar ungefähr die gleiche Menge der kohlenstoffhaltigen, d. h. verwerthbaren Destillate ergeben, neben denselben aber eine beträchtlich gesteigerte Wassermenge voraussetzen lassen würden.

Jedenfalls wird der Vorzug der Destillation in geschlossenen Gefässen beträchtlich geschmälert durch diese grosse Wassermenge des Waldholzes und fällt dabei der grosse Vergleich nicht so sehr zu Gunsten Ersterer aus, wie Gillot's Ausführungen auf den ersten Blick vermuthen lassen. Dennoch ist für solche, welche Veranlassung haben, die Holzverkohlung näher zu studiren, das Buch von Gillot in seinem ersten Theil sehr wichtig.

§ 488. Andere Dispositionen des Holzes als im Vorstehenden geschildert, finden sich in den Meilerhaufen und den eigentlichen Haufen.

Deren Anordnung beruht wesentlich darauf, dass man die Axe des abgestumpften Kegels des Meilers in eine Fläche oder Axenebene verwandelt und einen langgestreckten an allen Seiten abgeböschten und oben abgeplatteten Holzstoss darstellt, in welchem aber auf luftiger Unterlage die Holzscheite oder Stämme in liegender Stellung eingeschichtet sind. Der Haufen, welcher von einem Ende zum anderen abbrennen soll, darf eine gewisse Breite nicht überschreiten, weil sonst das Feuer ungleich vordringt.

In Schweden, in den ungarischen Karpathen, in Russland u. a. O. baut man aus 3—4 m langem Holz, worunter oftmals die stärksten Rundstämme, Meiler in Haufenform und mit parallelen senkrechten Seiten, ebenfalls senkrechten Enden, aber von einem Ende zum andern pultartig ansteigendem Dach. Solche Haufen oder Stösse werden mit Brettern armirt, dahinter mit Kohlenlösche verdämmt und an der niedrigeren Schmalseite angezündet.

Bei den aus gewöhnlichen Scheiten aufgestellten Meilerhaufen, brennt man auch von einem Ende zum anderen und lässt dabei das dem Feuer entgegengesetzte Ende, wenn nur der Haufen lang genug ist, ganz offen, setzt auch wohl noch weiter, während bereits das Feuer angelegt ist, oder die Verkohlung voranschreitet. Die Seiten werden dabei natürlich sorgfältig eingedeckt gehalten und das Ganze gleicht dann einer langgestreckten riesenhaften Retorte, in deren Holzfüllung eine möglicht unvollständige Verbrennung erhalten wird, deren Gase, indem sie an dem zeitweilig offenen Ende der Retorte austreten, den Inhalt der Retorte austrocknen und durch Ueberhitzen zur Destillation überführen. Man kann bei diesem Betrieb zu besseren Resultaten kommen, weil das Verhältniss der gesammten Holzmasse zur anfänglich in Brand gesteckten Masse ein sehr günstiges ist. Dieser Vortheil wird compensirt durch den Nachtheil, dass der Betrieb der Haufenköhlerei eine grosse Holzmasse verlangt, also sich nur auf Standköhlereien ausführen lässt. Kann man aber dazu übergehen, so verlohnt sich auch die Frage nach der Gewinnung der Abfälle, d. h. der Destillationsprodukte, des Holzessig's, des Holzgeistes und des Theers.

Die Grubenverkohlung, welche von den Chinesen betrieben und in verschiedenen Lehrbüchern beschrieben wird, bietet für den gegenwärtigen Hüttenbetrieb kein Interesse.

Der Gang der Verkohlung ist bei allen diesen anderen Formen der Waldköhlerei derselbe, wie bei dem normalen deutschen Meiler. Nur sind die Verhältnisse bei den Meilerhaufen und bei den Haufen insofern günstiger für die Resultate des Processes, als sich die anfangs verbrannten Holzquanta auf eine grössere zu verkohlende Holzmasse repartiren und die Wärme der Verbrennungs- und Destillationsprodukte besser ausgenutzt wird. Andrerseits liegt in der Ungleichheit und Ungleichmässigkeit der Holzmassen, welche die Haufen und Meilerhaufen oft aufnehmen müssen, Veranlassung zu grösserem Holzverbrauch als statthaft ist.

2. Von der Verkohlung in geschlossenen Apparaten, Oefen, Retorten, oder auch nur unter dichten Bedeckungen event. unter Gewinnung der Destillate.

§ 489. Sowohl die Forstwirthschaft als die frühzeitig um ihre weitere Existenz bekümmerte Hüttenwirthschaft (mit Holzkohlen) haben sich längst mit der Frage beschäftigt, ob es nicht lohnend wäre, mit dem Verkohlungsbetrieb die Gewinnung der Destillationsprodukte zu verbinden. Die mannigfachen Versuche, welche besonders in älteren hüttenmännischen Werken und Zeitschriften besprochen sind, haben zu dauernder Anwendung nicht geführt. Der Grund ist ein doppelter — einmal gewährte die Gewinnung roher und desshalb nicht besonders hoch zu taxirender Destillate keine Vortheile, gegenüber den Anlagekosten und den Transportkosten des Holzes — dann erwies sich die Nothwendigkeit, neben dem Hauptbetrieb einen so heterogenen Nebenbetrieb zu führen, bei den fortgesetzt sich steigernden Anforderungen in technischer und kaufmännischer Beziehung, als sehr lästig. Besondere technische und gar kaufmännische Kräfte für die Durchführung der Verkohlungsprocesse und für die Verwerthung der entstehenden Nebenprodukte ausschliesslich zu beschäftigen, gestattete der geringe Bedarf auch der bedeutendsten Holzkohlenwerke nicht und so war Niemand in der Lage, die neuen Artikel, wie man sagt, zu forciren und Vortheile bei Herstellung und Verkauf zu erzielen.

Erst nachdem die chemische Grossindustrie sich der Holzdestillation zugewandt und die regelrechte Retortenverkohlung eingeführt hatte, erhielt das Verfahren der Gewinnung flüchtiger Produkte aus dem Verkohlungsprocess die zur Fabrikation nothwendige Durchbildung. Dadurch wurde es auch erst möglich, für die Verbindung des Verfahrens mit der Holzkohlenverwendung im Grossen, die nothwendigen Unterlagen zu gewinnen.

In's Leben traten dergleichen Unternehmungen aber erst in neuerer Zeit, wo Kapital und moderne kaufmännische Anschauungen in alte Wald- und Hüttenreviere eindrangen.

Von den erzielten Resultaten gelangte sehr wenig in die Oeffentlichkeit, nur hier und da beklagten sich die Hochöfner über die zu grosse Leichtigkeit und Zerdrückbarkeit der aus den Retorten stammenden Kohlen, z. B. in Rübeland, wo nach dem Verkauf der fiscalischen braunschweiger Hütten, die zur Verfügung stehenden Hölzer in Retorten abgeschwehlt wurden und demnächst erst zur Hütte gelangten (cf. eine Reisenotiz des Verfassers im Berggeist 1870).

§ 490. Im Hinblick auf die jedenfalls bevorstehenden Umwälzungen im Eisenhüttenbetrieb derjenigen Bezirke, welche ausser grossen Forsten vorzügliche Eisenerze besitzen und in der Qualität die zukünftig vielleicht allein concurrenzfähige höchste Stufe einnehmen wollen, ist es vielleicht nicht ohne Interesse, die folgende Calculation des Gillot'schen Buches mitzutheilen.

Eine Anlage von 48 Retorten, die Gillot als das Minimum der Einrichtung betrachtet, destillirt täglich bei 72 Stunden Dauer 64 Steren oder Cubikmeter Holz, kostet einschliesslich sämmtlicher Nebenapparate zur Theerdestillation, Holzgeist- und Essiggewinnung 267,880 frcs.
und gibt bei 15 $^0/_{00}$ Unterhaltung, Amortisation und Verzinsung 40,182 „
welchen noch . 19,600 „
an Gehältern und anderen Generalkosten hinzutreten.

Es stehen im Ganzen mithin 59,782 frcs. auf 23,360 Steren oder rund 7783,3 Klaftern altes preussisches Maass sich gegenüber (oder pro Tag mit 64 Steren Verarbeitung) . 163 frcs. 78 cts.

Zu diesen Generalunkosten treten:

Kaufpreis des Holzes	8 frcs. pro 2,5 Ster	204	„ 80	„
Holztransport	5 „ „ 2,5 „	128	„ 00	„
Tagelohn an den Retorten		20	„ 00	„
Destillation des Theers		4	„ 75	„
Extraction und Rectification des Holzgeistes		18	„ 75	„
Fabrikationskosten des rohen Natriumacetats		443	„ 79	„
Rectificationskosten des „		175	„ 08	„
Darstellung der reinen Essigsäure		82	„ 21	„
	Zusammen	1241	frcs. 16	cts.

Erzielt wurden im Gegensatz hierzu:

192 Kilos Theeröl	à 100 frcs.	pro 100 Kilos	192 frcs.	00 cts.
384 „ Holzgeist	à 100 „	„ 100 „	384 „	00 „
3045 „ reine Essigsäure 40/00	à 50 „	„ 100 „	1522 „	50 „
4800 Kilos Kohle, berechnet zu 39 frcs. 68 cts.		„ 450 „	423 „	25 „
			2522 frcs.	75 cts.

§ 491. Es stehen sich also 2521 frcs. 75 cts. Einnahmen und
1241 „ 16 „ Ausgaben gegenüber

und es resultirt mithin 1280 frcs. 59 cts. Gewinn pro Tag, oder $\frac{1280 \text{ frcs. } 59 \text{ cts.}}{64} = 20$ frcs. rund pro Cubikmeter Holz bei einem Kauf- und Transportpreis von 13 frcs. pro 2,5 Ster, oder von 5,2 frcs.

Die Verarbeitung von Holz bei 4 Mark 16 Pf. Gestehungspreis pro Cubikmeter loco Fabrik, würde hiernach 16 Mark Gewinn ergeben.

Die Beurtheilung der Voraussetzungen Gillots muss der chemischen Industrie überlassen bleiben. Im Bezug auf die Fabrikationsweise mag darauf hingewiesen werden, dass man nicht 72 Stunden, sondern nur noch 8—12 Stunden destillirt, dass man den Rohessig in Kalkacetat verwandelt, auch den bei der Fraktionirung des Theerwassers gewonnenen Rohholzgeist wiederholt über Kalk destillirt, um die darin enthaltene Essigsäure zu beseitigen. Oft wird direkt Jodmethyl fabricirt, die Hauptverwendung des Methylalkohols. Der Theer wird ebenfalls durch Destillation gespalten in leicht, unter 240° siedende und bis 290° siedende, schwere Oele.

Der Voranschlag Gillots ändert sich hiernach etwas — jedenfalls liefert das aufgerollte flüchtige Bild der Fabrikation von Destillationsprodukten den Beweis, dass, wenn die Holzkohlen-Fabrikation Zukunft haben und sich besser bezahlt machen soll, sie die volle Ausnutzung der Nebenprodukte anstreben muss und sich nicht mit den namentlich in Frankreich wiederholt aufgetretenen und wieder zur Ruhe gegangenen halben Maassregeln begnügen darf, die eine Metallbedeckung der Meiler mit einfacher und dadurch wenig vollkommener Condensationsvorrichtung verbanden.

Das Verfahren von Dromart (cf. die Bearbeitung des Verfassers im Berggeist 1870.) und das 1878 in Paris durch lebensgrosse Modelle etc. dargestellte Verfahren, in transportablem Ofen zu verkohlen, von Moreau, vertreten von J. Bichon & Co., haben nur geringe Theilnahme hervorgerufen und können, wie die älteren Vorschläge, hier übergangen werden.

§ 492. Auf die Eigenschaften der Holzkohle wirkt ausser dem Verlauf des Darstellungsprocesses ganz besonders noch die Aufbewahrung und Magazinirung ein — wesshalb diese Frage auch hier zu berühren ist. Die gut gelöschten, vollkommen abgekühlten Kohlen werden nach den Hüttenwerken gefahren und müssen dort zu grösseren Vorräthen aufgespeichert werden, da

1° die Köhlerei nur etwa sechs Monate im Jahr betrieben werden kann,
2° die Abfuhr der Kohlen ebenfalls nur auf diesen Zeitraum sich beschränkt.

Die Holzkohlenspeicher sind meist gemauerte mit Thoren an der Sohle, wie auch oft an den Giebeln versehene, mit Dachpfannen gedeckte Magazine, welche sorgfältig vor leichtfertig oder böswillig herbeigeführter Feuersgefahr zu hüten sind. Durch hochgelegene schmale Luftlöcher wird eine ausreichende Ventilation erzielt. Gitterwände aus Lattenwerk zwischen Mauerpfeilern ausgeführt, sind nicht rathsam, da hierbei zu leicht Feuer entstehen kann. Eine möglichste Theilung des ganzen Vorraths ist immer empfehlenswerth, weil im Fall der Beschädigung diese letztere grössere Dimensionen nicht annimmt. Ganz verwerflich sind die Holzkohlenschober, die auf dem Hüttenhof an geschützter hochgelegener Stelle aufgebaut und entweder mit Brettern oder mit Stroh abgedeckt werden. Die Kohlen werden dabei sehr viel nässer (durch Nebel, Schlagregen etc.) und sind ausserdem der Feuersgefahr viel mehr ausgesetzt als in verschlossenen Schuppen.

Die Construktion solcher Schuppen bedarf keiner Erörterung — die Umfassungsmauern haben nur die Last des Daches zu tragen. Sind hochgelegene Giebeleinfahrten vorhanden, so stützen die Giebelwände die Einfahrtsbrücken.

2. Kapitel.

Die festen mineralischen Brennstoffe.

§ 493. In sehr vielen Schichten der Erdrinde treten Brennstoffe auf, welche je nach ihrem Alter eine verschiedene grosse Umänderung des ursprünglichen vegetabilischen Charakters zeigen. Die daraus zwischen den fossilen Brennstoffen verschiedenen Alters resultirende Verschiedenheit, wird noch gesteigert durch die Unterschiede, die den erhaltenen erkennbaren Pflanzenresten nach, zwischen den Vegetationen geherrscht haben müssen, welche die einzelnen Brennstoff-Lagerstätten bildeten. Dann hat

der Verwandlungsprocess unstreitig nicht immer in der gleichen Weise stattgefunden, sondern ist durch anderweitige Ablagerungsumstände beeinflusst worden, z. B.: Bedecken der vegetabilischen Reste mit Wasser; Isoliren derselben durch Thonschichten, welche alle Wirkungen der Atmosphäre abschliessen; verschiedene Combinationen aller dieser Umstände; Einwirkungen des Druckes aufgelagerter jüngerer Schichten etc.

Geologisch, wie technisch lassen sich die fossilen Kohlen und die aus ihnen künstlich dargestellten Brennmaterialien in zwei grosse Gruppen scheiden:

A. Die jüngeren fossilen Kohlen (von denen einzelne in der chemischen Technik als Schwehlkohlen bezeichnet werden), Torfe, Braunkohlen und künstliche Kohlen.

B. Die älteren fossilen Kohlen, — Steinkohlen und Anthracite, sowie die daraus fabricirten Agglomerate und Cokes.

Die erstere dieser beiden Gruppen umfasst fossile Brennstoffe von sehr verschiedenem Alter, da die Torfe dem Alluvium und dem Diluvium, die Braunkohlen dem unteren Tertiär, der Kreide und dem Jura angehören — die zweite Gruppe enthält wesentlich nur die brennbaren Bestandtheile der eigentlichen Steinkohlenformation; selten trifft man noch ältere Kohlen von ausreichender Bedeutsamkeit an.

§ 494. Alle diese fossilen Brennstoffe bilden eine vielgliedrige Reihe verschiedener Phasen eines und desselben Processes, den man die natürliche Verkohlung oder auch die kohlige Vermoderung genannt hat und welcher erst in neuerer Zeit näher beleuchtet worden ist, indem man die Aufschlüsse in der Chemie der Kohlenverbindungen benutzte, um die Verwandlungen der Cellulose zu erklären.

Eine sehr merkwürdige und doch wenig bekannt gewordene Arbeit des schweizerischen Geologen Dr. A. Baltzer war es, welche vom geologischen Standpunkt aus, zuerst die neuere Chemie in die Erörterung des Bildungsprocesses fossiler Kohlen einführte. Die Industrie, welche die Kohlen in der mannigfachsten Weise benutzt und desshalb auch einen ebenso verschiedenen Maassstab in den Anforderungen an die Qualität der Kohlen aufstellt, bedarf noch weit mehr als die Geologie des Eingehens auf die Entstehungsprocesse dieser wichtigen Materialien. Aus diesem Grund ist es ein grosses Verdienst von Dr. Muck in Bochum, in seiner neuerdings erschienenen Steinkohlenchemie (Bonn 1881, Emil Strauss), die in der Vierteljahrsschrift der züricherischen naturforschenden Gesellschaft vergrabene Abhandlung Baltzer's an's Licht gezogen zu haben, welche bei ihrem Erscheinen durch eine absprechende höchst unverdiente Kritik Fleck's und Gleinitz's fast beseitigt worden war.

Es folgt desshalb hier das Wesentliche aus der interessanten Schrift, schon um für die später zu behandelnden künstlichen Verkohlungs- oder Vercokungserscheinungen einige Grundlagen besserer Erklärung zu erhalten; die Anführung ist eine fast wörtliche.

§ 495. Der chemische Process, der hier natürliche Verkohlung oder kohlige Vermoderung genannt wurde, wird von Baltzer nach zweierlei Richtungen betrachtet, nämlich mit Rücksicht auf die Vermoderungsprodukte und auf die Vermoderungsrückstände (Kohlen).

Ueber die Vermoderungsprodukte geben Aufschluss die Grubengase, die in den frisch geförderten Kohlen absorbirten Gase, die nachträgliche Veränderung der Kohlen an der Luft (in gewissem Sinne die Fortsetzung des im Innern der Erde vor sich gegangenen Verkohlungsprocesses), endlich künstliche Versuche mit Holz, welches man in einer Sauerstoffatmosphäre absperrte.

Die Grubengase sind beim Umwandlungsprocess der vegetabilischen Substanz entstandene wirkliche Vermoderungsprodukte. Sie enthalten bis 98% Methylwasserstoff, ferner Aethylen, Kohlensäure, Stickstoff und Wasserstoff. Sie brechen entweder aus den Kohlen selbst oder aus Spalten des Nebengesteins hervor, kommen aber auch entfernt von den Kohlen, (zu denen sie aber immer in genetischer Beziehung stehen), z. B. in Steinsalzbergwerken vor.

Was die in den Kohlen absorbirten Gase anlangt, so sind sie gleichfalls als Produkte des natürlichen Verkohlungsprocesses zu betrachten. Nach Untersuchungen von Meyer (Centralblatt 1872) gaben 100 gr. Kohle, 17—59 cubc. Gase, er fand darin CO_2, O, N, CH_4, CH_6 (Aethylwasserstoff) und wahrscheinlich C_4H_8 (Butylen). Wie viel vom Stickstoffgehalt auf Rechnung der vegetabilischen Substanz kommt und wieviel von der eingeschlossenen atmosphärischen Luft herrührt, bleibt dahingestellt.

Ueber das Verhalten des Holzes in einer Sauerstoffatmosphäre, liegt folgendes vor. Schon Saussure beobachtete, dass Eichenspäne, unter Sauerstoff abgesperrt, denselben in ein gleiches Volumen Kohlensäure verwandeln, was Liebig für feuchtes und einige Zeit der Luft ausgesetztes Holz bestätigte. Ob der Kohlenstoff der Cellulose zuerst angegriffen wird, darüber gibt eine Beobachtung von Wiesner Aufschluss, welcher fand, dass das erste Stadium der Vermoderung von Holz in einem Grauwerden besteht, wobei die Intercellularsubstanz verschwindet und nahezu reine Cellulose zurückbleibt. Feuchte Braunkohlen absorbiren an der Luft Sauerstoff und entwickeln Kohlensäure (Richters).

§ 496. Baltzer kommt nun auf die Theorie von Liebig über den Oxydationsprocess des Holzes. Liebig hat auf Grund seiner Analysen von vermodertem Holz und seiner Versuche mit Holz in einer Sauerstoffatmosphäre gefolgert, dass zuerst der Wasserstoff des Holzes oxydirt werde, während der mit ihm verbundene Hydratwassersauerstoff mit Kohlenstoff des Holzes zu Kohlensäure zusammentrete. Mit Berücksichtigung, dass beim Umwandlungsprocess von Holz in Kohle Methylwasserstoff entsteht, berechnet er, dass Cannelkohle sich als Holzfaser betrachten lässt, weniger 3 Molecüle C_4H, 3 H_2O und 9 CO_2. Braunkohle von Laubach ist Eichenholz weniger 2 H_2O und 3 CO_2. Nach Fleck kann man sich die Braunkohle von Stechau entstanden denken aus Kiefernholz durch Austritt von 24/₀₀ C und 36/₀₀ H_2O, die Steinkohle von Zwickau durch Austritt von 28/₀₀ C und 42/₀₀ H_2O.

Was die Rolle des Luftabschlusses bei der Kohlenbildung anlangt, so machte Bischof gegenüber den Versuchen mit Holz in Sauerstoff darauf aufmerksam, dass die Kohlenbildung doch wesentlich bei Luftabschluss (wenn auch mehr oder weniger vollständig) vor sich gegangen sein müsse und bestreitet, dass der atmosphärische Sauerstoff absolut nothwendig zur Verkohlung sei. Dieser Abschluss wurde durch Wasser bewirkt, wenn die Kohlen sich in flachen Meeresbassins oder an seichten Küsten oder auf dem Festland in Mooren bildeten. Luftabschluss trat ferner ein, wenn pflanzlicher Detritus durch sandige, thonige u. dergl. Sedimente überlagert wurde. Bekanntlich beobachtet man in den Flötzen in der Regel solche Einlagerungen (Zwischenmittel, Letten) ja es zeigt sogar der Aschengehalt der Kohlen die Bestandtheile der Schlammwässer, in denen sie entstanden sind. Mag auch der im Wasser absorbirte Sauerstoff durch Wellenschlag und Strömungen in einige Tiefe geführt werden, so zersetzen sich doch organische Substanzen, z. B. Flechten um so schwieriger, je tiefer sie unter Wasser liegen. Nach Hayes oxydiren sich Metalle in einiger Tiefe unter Wasser nicht mehr.

§ 497. Bezüglich des chemischen Ausdrucks für die kohlige Vermoderung und verschiedene Richtungen derselben bemerkt Baltzer: Die kohlige Vermoderung kann nach Bischof in drei Richtungen erfolgen, je nachdem CO_2 und H_2O oder CO_2 und CH_4 oder CO_2, H_2O und CH_4 sich bilden. In welcher dieser drei Richtungen der Process verläuft, ist von Luftzutritt, Temperatur, Druck etc. abhängig. Wenn in grosse Marine- oder Süsswasserbecken der Steinkohlenformation Massen von vegetabilischem Detritus, durch Flüsse hineingeschwemmt, dem langsamen Verkohlungsprocesse anheimfielen, so entstand Methylwasserstoff in grossen Quantitäten; wurde das Bassin durch Bodendislocationen trocken gelegt, so verlief der Process mehr als Oxydation. Erfolgte dann wiederum eine bedeutende Senkung und Absatz von Sedimenten in beträchtlicher Mächtigkeit, so muss der weitere Umwandlungsprocess der Kohlen auch ohne äussere Sauerstoffzufuhr wenn auch nur langsam gedacht werden.

Der Einfluss der Temperatur äussert sich nach Baltzer folgenderweise. Niedere Temperatur verlangsamt jedenfalls die Kohlenbildung. Nach Lenz ist die Temperatur der tiefsten Schichten des atlantischen Oceans zwischen 49 und 57 Graden 1,7°R; die unteren Wasserschichten haben in Regionen, wo die winterliche Lufttemperatur bis 3°R sinkt eine constante Temperatur von 4—5°R. Die Verkohlung, welche zum chemischen Genus der freiwilligen Zersetzungen organischer Substanzen gehört, wird gewiss bei solchen Temperaturen nur ausserordentlich langsam verlaufen. Zur Eiszeit z. B. kann die weitere Umwandlung nur langsam stattgefunden haben.

Der Einfluss des Druckes besteht in folgendem. Ob der Umwandlungsprocess trotz des Druckes oder gerade in Folge desselben leichter vor sich geht und (da die zweite Ansicht, die wahrscheinliche ist), welche Druckverhältnisse die günstigsten sind, ist fraglich; das Beispiel vom Calciumcarbonat, welches bei hohem Druck unzersetzt bleibt, passt hier nicht, da bei organischen Reaktionen in zugeschmolzenen Glasröhren Gaserzeugung und chemische Umsetzung bei starkem Druck und höherer Temperatur etwas ganz gewöhnliches sind. Paraffin zerfällt bei höherem Drucke und höherer Temperatur in Kohlenwasserstoffe der Sumpfgas- und Aethylenreihe. In solchen Fällen verlaufen bei wechselnden Druck- und Temperaturverhältnissen die Processe oft sehr verschieden, sie können sogar reciprok werden, d. h. sich umkehren.

Ein gewisser halbweicher Zustand der vom Wasser durchtränkten Massen kann als der Zersetzung günstig angesehen werden.

§ 498. Werthvolle Aufschlüsse über die Veränderung der Kohlen an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur und beim Erwärmen ergaben die analytischen Arbeiten von Richters.

Bekanntlich nehmen die Kohlen Sauerstoff aus der Luft durch Flächenanziehung auf. Schon Saussure fand, dass die Buxbaumkohle etwas über das 9fache ihres Volumens an O absorbirt. Die Kohle verhält sich überhaupt zu Gasen wie ein trockener Schwamm zu Wasser; sie saugt sie mit Begierde ein, hat sie eines bis zur Sättigung aufgenommen, so hat sie noch Absorptionsfähigkeit für andere. Der Sauerstoff wird in der Kohle unter Mitwirkung der Feuchtigkeit verdichtet, ozonisirt und fängt im activen Zustand an chemisch einzuwirken. Dabei findet Erwärmung statt. Die fein gepulverte Kohle der Pulverfabriken kann sich bis zur Entzündung erhitzen.

Richters fand nun, dass das Absorptionsvermögen der Kohle für Sauerstoff zunimmt bis zu 200°, wo dann die Absorption aufhört. Die Wasserstoff- und Sauerstoffmengen der Kohle verhalten sich dann wie 2 : 16 d. h. wie die entsprechenden Mengen im Wasser. Dabei entstehen Wasser und Kohlensäure.

In Folge der Oxydation an der Luft tritt eine Entwerthung der Kohlen ein. Sie verwittern wie man sagt. Form und Farbe ändern sich dabei, Heizwerth, Vercokungs-, Back- und Vergasungsfähigkeit verringern sich.

Da nur ein Theil des Wasserstoffs der Kohle oxydirt wird, so muss der Wasserstoff in verschiedener Bindung vorhanden sein, ein Umstand, der für die Theorie der Constitution der Kohlen von Wichtigkeit ist.

§ 499. Die Vermoderungsrückstände besprechend, kommt Baltzer zunächst auf die chemische Constitution der Holzsubstanz. Die Kohlen sind chemische Abkömmlinge der Cellulose, beziehungsweise der Holzsubstanz. Weder die Constitution dieser Körper, noch ihre chemische Beziehung zu einander, sind mit Sicherheit festgestellt.

Doch scheint in den verholzten Pflanzentheilen die Cellulose ($C_6\ H_{10}\ O_5$) nicht im freien Zustand vorhanden zu sein: Aus Tannenholz liess sich durch Extraction mit den gewöhnlichen Lösungsmitteln ein gelbweisser Körper von der Formel $C_{30}\ H_{46}\ O_{21}$ isoliren, der von Kupferoxydammoniak nur spurweis gelöst wurde, sich also dadurch von Cellulose wesentlich unterscheidet. Mit Salzsäure gekocht gab er Traubenzucker und Lignose $C_{18}\ H_{26}\ O_{11}$. Diese letztere, ebenfalls im Kupferoxydammoniak unlöslich, geht mit Salpetersäure gekocht in Cellulose und gewisse Körper der aromatischen Reihe über. Behandelt man sie mit Aetzkali, so entsteht Brenzcatechin $C_6\ H_4\ (OH)_2$. Nach diesen Reaktionen enthielt Tannenholz neben der Cellulosegruppe eine Zucker bildende und eine aromatische Gruppe, wäre also mit der Cellulose verglichen, viel complicirter zusammengesetzt.

§ 500. Wie verhält sich nun die Holzsubstanz zu den Kohlen? Man weiss bekanntlich nur, dass beim kohligen Vermoderungsprocess der Kohlenstoffgehalt und der Gehalt an Asche relativ zunehmen, während Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff abnehmen. Die verschiedenen Kohlenarten vom Torf bis zum Anthracit zeigen die verschiedensten Stadien dieses Processes, aber der Sprung von einer Kohlenart zur anderen lässt sich durch keine chemische Formel und Umsetzungsgleichung überbrücken.

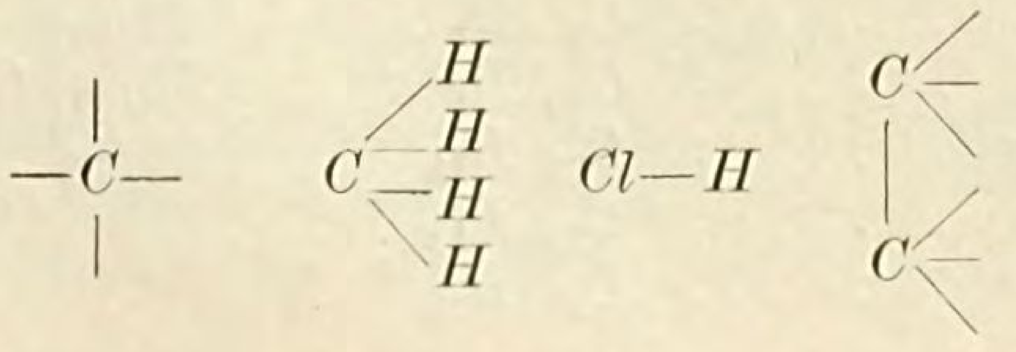
Nun gelangt Baltzer zu der neuen Hypothese über die Constitution der Kohlen und sagt: Immerhin glaube ich, dass man sich, im Gegensatz zu der bisherigen Anschauung, der Constitution der Kohlen durch eine wahrscheinlichere Hypothese annähern kann, die sich in folgenden Sätzen zusammenfassen lässt:

1. Die Kohlen sind Gemenge complicirter Kohlenstoffverbindungen.
2. Letztere bilden eine genetische und vielleicht eine homologe Reihe.
3. Das Kohlenstoffgerüst dieser Verbindungen ist ein complicirtes. Die einzige Analogie dafür bietet die aromatische Reihe der organischen Verbindungen.

Diese Sätze stehen im Widerspruch zu der gewöhnlichen Ansicht über die Kohlen. So sagt z. B. Zirkel (Petrographie I. S. 361): Die Steinkohle besteht vorwaltend aus Kohlenstoff, zu dem sich ein Bitumengehalt gesellt und Richters (Chemisches Centralblatt 1870. S. 245) meint: Der Kohlenstoff in den Steinkohlen ist in zwei chemisch verschiedenen Formen vorhanden, die Steinkohle ist, wenn man will, ein Gemeng von reinem Kohlenstoff mit noch nicht näher bekannten organischen Verbindungen, die man unter dem Namen Bitumen zusammenfasst. Diese Ansicht wird wohl von den meisten Chemikern getheilt.

§ 501. Zur näheren Erläuterung der obigen Sätze folgt für Nichtchemiker ein kurzes Eingehen auf den Begriff der aromatischen und Fettkörper in der organischen Chemie, das hier ebenfalls wieder gegeben ist.

Bekanntlich versteht man unter Werthigkeit eines Elementes seine atombindende Kraft, gemessen und ausgedrückt durch die grösste Anzahl Wasserstoff- oder Chloratome, welche es an sich zu fesseln vermag. Der Kohlenstoff ist vierwerthig, weil er im Maximum 4 Wasserstoffatome zu binden vermag. Chlor dagegen ist einwerthig denn es vereinigt sich nur mit einem einzigen Wasserstoffatom.

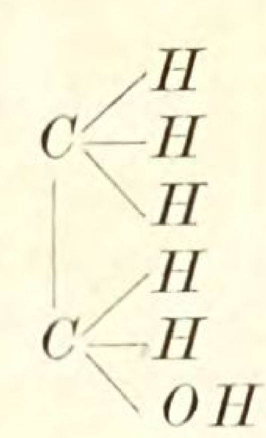
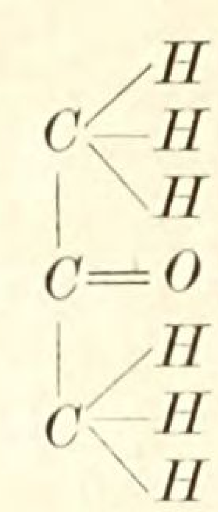
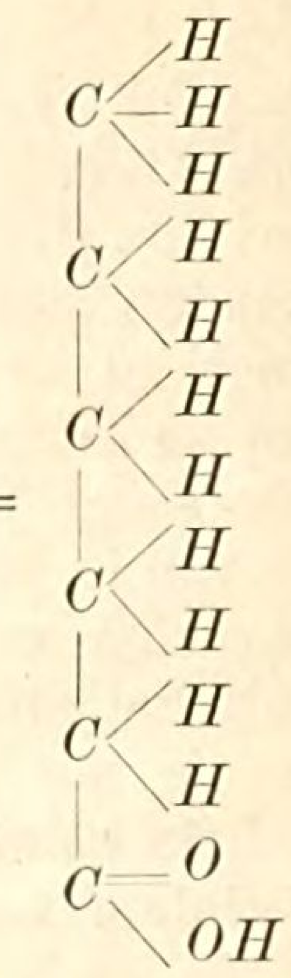


Treten zwei Kohlenstoffatome zusammen, so binden sich dieselben, wie in dem vierten der vorstehenden Schemata, indem sich ein Werth (Valenz) des einen mit einem Werth des andern sättigt, die Gruppe C_2 ist dann nur noch 6 werthig.

§ 502. Treten mehrere Kohlenstoffatome zusammen, so sind verschiedene Bindungsweisen möglich, wonach man zwei Hauptgruppen organischer Verbindungen bildete, die der Fett- und die der aromatischen Körper.

Bei den Fettkörpern sind die Kohlenstoffatome kettenförmig mit einander verbunden, jedes Atom ist mit dem nächsten durch je eine Valenz vereinigt, die Bindung ist eine einfache, die Kette nicht geschlossen.

Es ergeben sich z. B. nachstehende Atomgruppen:

Alkohol =  Aceton =  Capronsäure = 

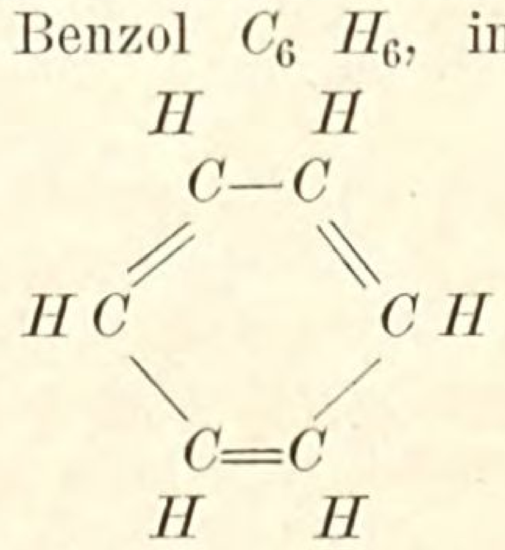
So enthält der Alkohol eine Kette von zwei, das Aceton eine Kette von drei und die Capronsäure eine Kette von sechs Kohlenstoffatomen. Jedes mittelständige verliert durch die Bindung an die benachbarten Atome zwei seiner Valenzen, behält also von den ursprünglichen 4 noch 2, die beiden endständigen Kohlenstoffatome behalten dagegen 3 Werthe übrig.

Die 14 freien Werthe oder Valenzen sind bei der Capronsäure durch H, O und Hydroxyl (OH) gesättigt.

Dieselbe Bindung der Kohlenstoffatome haben wir nun bei ganzen Reihen organischer Körper, und weil sie auch bei gewissen die Hauptbestandtheile der Fette bildenden Verbindungen vorkommt, gab man der ganzen Gruppe den Namen Fettkörper.

§ 503. Anders verhält es sich dagegen bei den aromatischen Körpern. Hier war man zur Erklärung der Thatsache, dass diese Körper verhältnissmässig kohlenstoffreicher, dagegen wasserstoff- und sauerstoffärmer sind, genöthigt, eine andere Gruppirung der Kohlenstoffatome anzunehmen, was zu der Hypothese der geschlossenen Kohlenstoffkette mit mehrfacher Bindung der Kohlenstoffatome führte.

Den einfachsten Fall bildet das Benzol $C_6\ H_6$, in welchem Kekulé nebenstehende Gruppirung annahm:



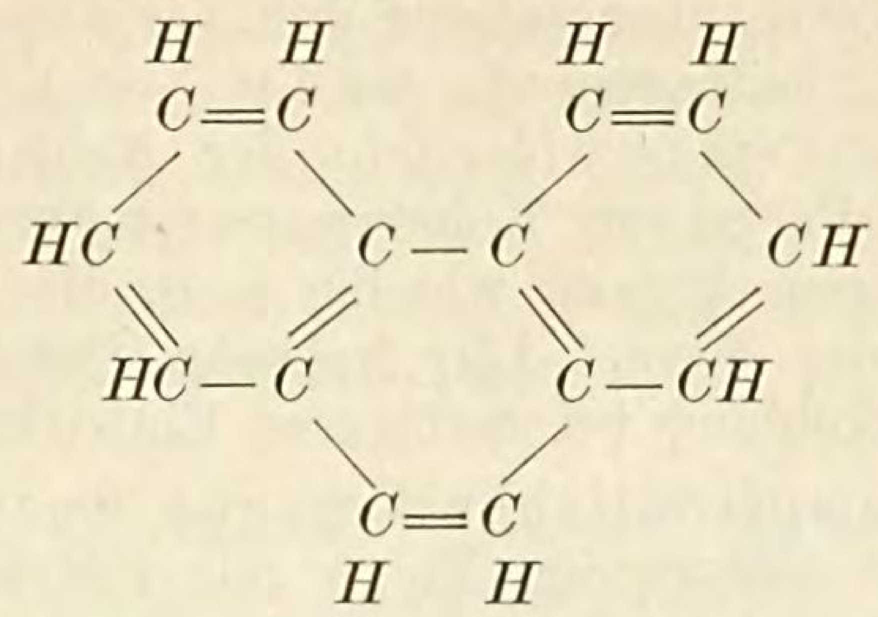
Der Ring ist hier geschlossen, die Kohlenstoffatome sind abwechselnd einfach und doppelt gebunden. Wie leicht einzusehen, erklärt letztere Annahme, warum das Benzol verhältnissmässig wasserstoffärmer ist, wie die eine gleiche Anzahl Kohlenstoffatome enthaltende Capronsäure. Der Benzolkern C_6 kann nur 6 Wasserstoffatome binden, weil er nur noch 6 freie Valenzen hat.

§ 504. Da nun die Kohlen sauerstoff- und wasserstoffarme Kohlenstoffverbindungen sind und das Wesen des Verkohlungsprocesses in einer fortwährenden relativen Steigerung oder Concentration des Kohlenstoffgehalts besteht, so ist klar, wo man die Analogie zu suchen hat, nämlich bei der aromatischen Reihe.

Setzt man nun die Reihe des Benzols fort, so erhält man:

Benzol	$C_6\ H_6$	92/00	C	7/00	H
Naphtalin	$C_{10}\ H_8$	93/00		6/00	
Anthracen	$C_{14}\ H_{10}$	94/00		5/00	
Chrysen	$C_{18}\ H_{12}$				
Idrialen	$C_{22}\ H_{14}$				

Dem Anthracen gab man als gesättigtem Kohlenwasserstoff, gestützt auf seine Umsetzungen folgende Structurformel:



Die 10 freien Valenzen sind durch Wasserstoff gesättigt.

§ 505. Nur zu dem Zweck, an einem concreten Beispiel die Hypothese über die Constitution der Kohlen klar zu machen, versucht nun Baltzer, letztere auf die höheren Glieder der Benzolreihe zu beziehen, z. B. auf das Idrialen ($C_{22}\ H_{14}$) oder noch höhere Homologe. Es erscheint dies nicht ungereimt, weil bei der trocknen Destillation die ganze Benzolreihe wirklich entsteht.

Für die Cannelkohle berechnet sich aus der Analyse Grundmann's die Formel $C_{88}\ H_{71}\ O_3\ N$. Fasst man diese Kohle als ein Gemeng von Kohlenwasserstoffen der Benzolreihe auf, unter der Annahme, dass der Wasserstoff derselben durch Hydroxylgruppen, Kohlenwasserstoffgruppen und Stickstoff ersetzt ist, so wäre u. a. folgende Constitution denkbar:

$$\text{Cannelkohle } C_{88}\ H_{71}\ O_3\ N = \begin{array}{ll} C_{22}\ (CH_3)_{14} & = C_{36}\ H_{42} \\ C_{22}\ (OH)_3\ H_{11} & = C_{32}\ H_{14}\ O_3 \\ C_{30}\ H_{15}\ N & = C_{30}\ H_{15}\ N \\ \hline & C_{88}\ H_{71}\ O_3\ N \text{ (wie vorstehend).} \end{array}$$

§ 506. Zur Prüfung der Hypothese frägt es sich, welche Thatsachen es denn sind, die durch eine Theorie über die Constitution der Kohlen nach dem heutigen Standpunkt der Chemie erklärt werden müssen.

1. Die Möglichkeit der Umwandlung einer Kohle in die andere, z. B. von Torf in Braunkohle oder von Braunkohle in Steinkohle.
2. Der Umstand, dass nur ein Theil des Wasserstoffs der Kohlen oxydirbar ist, dass sie nach Richters Sauerstoff beim Erwärmen über eine gewisse Grenze hinaus nicht aufnehmen, obgleich sie noch Wasserstoff enthalten.
3. Dass auch die Oxydation des Kohlenstoffs ihre Grenze hat (5—6$/_{00}$ der Gesammtmenge nach Richters).
4. Die zunehmende Unempfindlichkeit der Kohlen gegen Reagentien.

Die Entstehung der Kohlen aus vegetabilischem Detritus und die Umwandlung einer Kohle in die andere erfolgt durch Austritt von Wasser, Kohlensäure und Methylwasserstoff, indem Wasserstoff oxydirt wird, während Carboxylgruppen, Kohlensäure und Wasser und Kohlenwasserstoffgruppen, Methylwasserstoff und Homologe geben.

Die folgenden Formeln sollen diese Umwandlungsprocesse hypothetisch ausdrücken, die Kerne der aromatischen Kohlenverbindungen sind der Kürze halber weggelassen.

$$\begin{aligned} 2\ COOH + O &= CO_2 + H_2O \\ H_2 + O &= H_2O \\ CH_3 + O_3 &= COOH + H_2O \\ 2\ COOH &= CO_2 + CO + H_2O \\ COOH &= CO_2 + H \end{aligned}$$

§ 507. Alle diese Umsetzungen kommen bei aromatischen Reaktionen wirklich vor, zum Theil sehr häufig. Damit ist ihre Möglichkeit beim Kohlenbildungsprocess dargethan. Die ersten drei Umsetzungen erfordern Zutritt der atmosphären Luft.

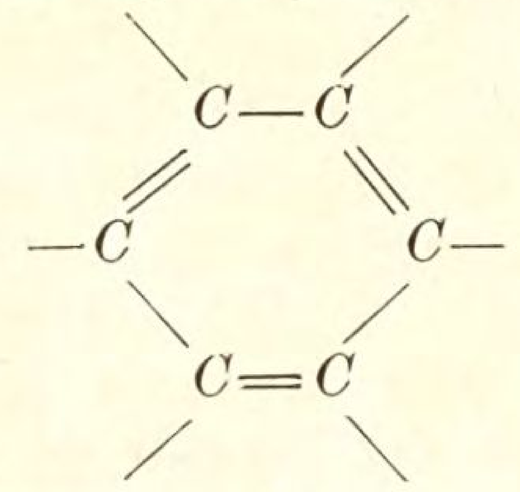
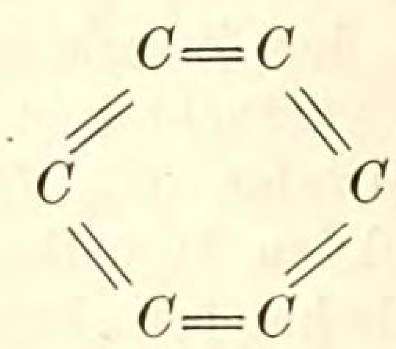
Die Entstehung des Sumpfgases liesse sich in folgender Weise denken:

$$\begin{aligned} COOH + CH_3 &= CH_4 + CO_2 \\ CH_3 + H &= CH_4 \\ 2\ COOH + H_2O &= CH_4 + CO_2 + O_3 \\ 2\ CH_3 + H_2O &= 2\ CH_4 + O \end{aligned}$$

wofür freilich die Analogien fehlen. Methylbenzol und Wasserstoff wirken nicht aufeinander ein. Vielleicht arbeitet die Natur mit eigenthümlichem Druck und Temperaturverhältnissen. Dass solche Processe auch reciprok verlaufen können, ist wohl nicht zu bezweifeln.

§ 508. Der Unterschied in der Oxydirbarkeit des Wasserstoffs ist durch seine verschiedene Bindung begründet. Der Hydroxylwasserstoff d. h. der durch Vermittlung von O an C gebundene, wird weniger leicht zur Wasserbildung beitragen, wie der direct an Kohlenstoff gebundene oder in Form vor Kohlenwasserstoffgruppen enthaltene. Ferner widersteht der Kohlenstoff des Kerns der Oxydation viel länger wie der Kohlenstoff, der in Form von Kohlenwasserstoffgruppen gewissermassen dem Kern nur lose angeheftet ist. Erst bei stärkerem Angriff, wie ihn z. B. die höhere Temperatur bei der trockenen Destillation bedingt, zerfällt auch der Kern. Die trockene Destillation ist nichts weiter, als eine künstlich fortgesetzte natürliche Verkohlung bei heftigerer Einwirkung der wirksamen Agentien.

§ 509. Zunehmende Unempfindlichkeit gegen Reagentien, z. B. gegen Salpetersäure, Kalilauge, unterchlorigsaure Salze ist nothwendige Folge obiger Hypothese. Denken wir uns ein Benzol, dessen H zum Theil durch Hydroxyl und Carboxylgruppen substituirt ist und nehmen

a)  *b)* 

wir an, diese Gruppen würden bei chemischen Reaktionen losgerissen, so verbinden sich die dadurch frei werdenden Kohlenstoffvalenzen (*a*) unter einander; es entsteht ein geschlossener Kern (*b*), der schliesslich in reinen Kohlenstoff übergehen kann. Da aber jede freie Valenz einen Punkt chemischer Anziehung bildet, so muss in dem Maasse als die freien Valenzen verschwinden, die Empfindlichkeit gegen Reagentien abnehmen. Wie beim Benzol ist es nun auch bei den complicirten Kernen der Kohlenverbindungen. Beispielsweise erklärt sich hierdurch, warum Braunkohle in Salpetersäure vollständig gelöst, während Steinkohle wenig und Graphit gar nicht angegriffen wird.

§ 510. Als Gründe gegen die bisherige Hypothese führt Baltzer zunächst an, dass die bisherige Hypothese die Kohlen als Gemenge von reinem Kohlenstoff mit Bitumen betrachtet. Man kam auf diese Ansicht vielleicht wegen des geringen Wasserstoff- und Sauerstoffgehalts der Steinkohlen, allein die höhern Glieder der Benzolreihe (vgl. obige Zusammenstellung) enthalten auch nicht mehr Wasserstoff. Wenn ferner die alte Hypothese richtig wäre, müsste man Kohlenstoff aus Kohlen durch Extraction mit den verschiedenen Lösungsmitteln erhalten können, was bisher noch Niemand gelungen ist. Der Kohlenstoff als solcher ist ein ausserordentlich indifferentes, von chemischen Agentien nicht angreifbares Element. So haben wir ihn nur als Diamant und annähernd als Graphit. Der Russ enthält Kohlenstoffverbindungen. Jene werden von Säuren nicht angegriffen. Es sollte demnach Braunkohle, wenn sie C als solchen enthielte, denselben bei der Behandlung mit Säuren zurücklassen. Sie wird aber vollständig von Salpetersäure gelöst. Steinkohlen hinterlassen allerdings einen Rückstand, er wird wohl aber noch wasserstoffhaltig sein, was ich zu untersuchen gedenke.

Der Sprung von den Steinkohlen, die C als solchen nicht enthalten, zum Graphit und Diamant, die solchen enthalten, ist sehr bedeutend und selbst wenn diese Körper Endprodukte der kohligen Vermoderung sein sollten, wie es Liebig für den Diamant vermuthet, muss doch der chemische Process unter ganz eigenthümlichen räthselhaften Bedingungen vor sich gegangen sein.

§ 511. Dass die Kohlen Verbindungen der aromatischen Reihe enthalten, beweisen schon ihre vielfachen Zersetzungsprodukte, welche dieser Reihe angehören. Im Theer sind die meisten Glieder der Benzolreihe nachgewiesen worden, auch methylirte Benzole. Naphtalin fand sich im Steinöl von Burmale. Phenol, Cresol entstehen gleichfalls bei der trockenen Destillation. Im Holztheer finden sich Brenzcatechin und Homologe, sowie Methyläther derselben. Ferner Anilin, Toluidin, Picolin, Leucolin. Durch Oxydation von Kohlen erhielt Schulze Mellithsäure d. h. vollständig carboxylirtes Benzol $C_6\ (COOH)_6$. Diese sämmtlich der aromatischen Reihe angehörigen Verbindungen deuten auf noch complicirtere in den Kohlen enthaltene aromatische Körper hin.

Wenn Cellulose eine Art Alkoholderivat sein sollte, so hindert das die Annahme nicht, dass bei der Umwandlung in Kohle Uebergang in die Bindungsweise der aromatischen Körper statt findet. Analogien dafür bietet die organische Chemie. So geht, um nur ein Beispiel zu erwähnen, das bei der trockenen Destillation von Holz entstehende Aceton mit H_2SO_4 behandelt, in das Benzolderivat Mesitylen $C_6H_3(CH_3)_3$ über und dieses lässt sich durch vollständigs Oxydation in $C_6H_3(COOH)_3$ Trimesinsäure überführen. Umgekehrt gehen aromatische Körper in Fettkörper über, z. B. bei der trockenen Destillation etc.

§ 512. Interessant sind Baltzer's Betrachtungen über das Verhältniss der kohligen Vermoderung zur trockenen Destillation. Wie schon oben bemerkt, schliessen sich die Processe der trockenen Destillation unmittelbar an die der natürlichen Verkohlung an und leiten sich aus ihnen dadurch ab, dass der eine Faktor der Einwirkung, die Temperatur gesteigert wird.

Die Processe der kohligen Vermoderung verhalten sich zu denen der trockenen Destillation i. A. wie solche, wo nur die extraradikalen Atome oder Atomgruppen von der Zersetzung ergriffen werden, zu denen, wo das Radikal selbst zerstört wird; oder um Strukturvorstellungen zu gebrauchen, wie solche, wo nur die Seitenketten angegriffen werden, zu solchen, wo der Kern selbst zerfällt.

Es ist anzunehmen, dass der Faktor der hohen Temperatur bei der natürlichen Verkohlung in gewissem Grade durch die Zeit ersetzt werden könne. Daraus würde sich die Uebereinstimmung einer Reihe von in Kohlenlagern auftretenden Zersetzungsprodukten mit Produkten der trockenen Destillation erklären.

§ 513. Bei den Processen gemeinsame Produkte sind Methylwasserstoff und seine Homologen, z. B. $(C_2H_5)H$ Aethylwasserstoff (16—23/$_{00}$ in Zwickauer Kohlen) und die kohlenstoffreichsten Glieder der Reihe im Paraffin ($C_{20}H_{42}$, $C_{21}H_{44}$, $C_{22}H_{46}$). Homologe des Methylwasserstoffs sind im Petroleum enthalten. Das im Theer vorkommende Naphtalin fand sich auch im Steinöl von Burmale. Gemeinsam sind ferner H (kaum 1/$_{00}$ im rohen Grubengas), Kohlensäure, Kohlenoxyd (in den brandigen Wettern). Von Oelbildern kommt im Grubengas Aethylen meist zu 2—6/$_{00}$ vor und das im Leuchtgas enthaltene Butylen fand sich absorbirt in den Zwickauer Kohlen.

Im Theer mögen sich noch Körper finden, die identisch mit gewissen bituminösen Substanzen sind, z. B. mit dem sauerstoffhaltigen Elaterit, Retinit, Middletonit oder dem sauerstofffreien Scheererit, Könleinit und Ozokerit und umgekehrt würde man in den Kohlenwerken bei aufmerksamem Suchen gewiss auch Acetylen, Benzol, Aceton etc. nachweisen können. Wenn man freilich glaubte, es seien alle diese natürlich vorkommenden Körper durch den Verkohlungsprocess entstanden, so würde man irren. Auch die Natur hat ihre trockenen Destillationen. Solche finden statt bei Contaktwirkungen und Erdbränden. So hat eruptiver, feuerflüssiger Basalt am Meissner in Hessen die Braunkohlen in anthracitische Steinkohle verwandelt, welche ganz allmälig in unveränderte Braunkohle übergeht. So erzeugte eruptiver Porphyr aus Braunkohlen stängliche Cokes an den Contaktstellen, z. B. in der Fixsterngrube bei Altwasser in Schlesien und zu Braunau in Böhmen. Innere Erdbrände entstehen z. B. bei der heftigen Oxydation eisenkiesreicher Kohlen; so zu Waldenburg in Schlesien.

§ 514. Ausgehend von der bekannten Thatsache, dass die Temperatur gegen das Erdinnere zunimmt, lässt sich in einer Tiefe von 8000 Fuss mit Wahrscheinlichkeit Siedhitze des Wassers annehmen. Daselbst entstehende Destillationsprodukte können sich weiter oben verdichten, indem untenliegende Schichten die Retorte bilden, während das Hangende zur Vorlage wird. Das ist nun der Fall beim Petroleum, welches doch wohl aus Kohlenlagern, bituminösen Schiefern u. dergl. entstanden ist. In Canada kommen die Erdölquellen aus silurischen und devonischen, in Pennsylvanien wahrscheinlich nur aus devonischen, in Galizien aus Kreide- und Tertiärschichten, bei Hannover kommt eine schwache Quelle aus der Trias hervor (welcher seit Baltzer's Aeusserung die Oelheimer Funde gefolgt sind).

Hieraus geht hervor, dass das Petroleum sich zum Theil entfernt vom Orte seiner Entstehung befindet, was durch Destillationen in obigem Sinne sich erklärt. Je nach der Temperatur waren die Produkte verschieden, Paraffin z. B. bildete sich reichlicher bei niedrigeren Temperaturen. Welche natürlichen Zersetzungsprodukte dem kohligen Vermoderungsprocess allein angehören, ist nicht immer leicht zu entscheiden. Wasser, Kohlensäure und Methylwasserstoff entstehen noch jetzt in den Kohlenflötzen, weil der langsame Vermoderungsprocess stetig weiter geht. Desgleichen entstammen die Bestandtheile der Grubengase und die in den Kohlen absorbirten Gase diesem Zersetzungsprocesse.

Nimmt man (wie bisher) an, in den Kohlen sei Kohlenstoff als solcher enthalten, so erscheinen die Steinkohlenflötze als etwas grösstentheils Fertiges. Nach der oben ausgesprochenen Ansicht dagegen sind sie noch in voller Umwandlung begriffen.

Eine Fülle chemischer Processe, so schliesst Baltzer, intensiv und mannigfach zugleich, findet in den Kohlen statt, Processe die man nicht in diesen Gebilden vermuthen würde, allein wir sind noch weit entfernt, die ganze Kette der Erscheinungen vom pflanzlichen Detritus bis zur fertigen Kohle exact chemisch zu begreifen.

A. Von den jüngeren fossilen Kohlen

(Torf, Braunkohlen und künstliche Kohlen).

§ 515. Wie bereits oben angedeutet, umfasst der hier festgehaltene Begriff alle in der Umwandlung zu den eigentlichen Steinkohlen begriffenen sauerstoff- und wasserstoffreicheren jüngeren Brennstoffe fossiler Herkunft.

Es sind zu unterscheiden:

Torfe und Braunkohlen.

Bei beiden Brennstoffarten kommt stellenweise ein sehr hervorragendes vegetabilisches Gefüge vor; es treten moos- und grasartige, holzige und blätterartige Massen auf, neben solchen Partieen, die

eine bereits weitgehende Umwandlung resp. Zersetzung erlitten und alle äusseren Kennzeichen ihres Ursprungs verloren haben. Daneben machen sich noch Gemische beider, sowie weitere Gemische brennbarer und nicht brennbarer d. h. mineralischer Substanzen in hervorragendem Maass bemerklich, so dass eine grosse Anzahl von „petrographischen" Varietäten entstehen, die aber nur geringe technische Bedeutung haben.

Die Verwendung der jüngeren fossilen Kohlen im Eisenhüttenwesen ist eine sehr beschränkte und vermag die unmittelbare Concurrenz mit der Steinkohle noch weit weniger auszuhalten als das Holz, da das Letztere in der Holzkohle immer noch ein sehr leistungsfähiges Brennmaterial liefert, während bis jetzt alle auf Herstellung von Torfkohlen und Braunkohlencokes gerichteten Versuche als nicht gelungen angesehen werden müssen — wenn auch eine vorübergehende versuchsweise metallurgische Benutzung solcher Präparate stattgefunden hat.

§ 516. Es bleibt nur die Verwendung der jüngeren fossilen Kohlen im rohen Zustand zur Verfügung der Eisenindustrie, welche denn auch und natürlich zuerst in den steinkohlenarmen Ländern, diese jüngeren Kohlen ausser zu Hülfszwecken, zur Flammofenfeuerung für das Gusseisenschmelzen, sowie für die Puddel- und Schweissarbeiten des schmiedbaren Eisens in Benutzung genommen hat.

Diese direkte Form der Verwendung ist selten durch die indirekte, d. h. die Vergasung in besonderen Apparaten ersetzt worden und selbst jene Fälle belaufen sich nur auf eine geringe Zahl. Die Lehrbücher der Metallurgie selbst ganz neue, reproduciren noch immer eine ganze Reihe von Apparaten aus der Zeit der ersten Versuche, an welchen nur der Theil noch von Interesse ist, in welchem der Brennstoff verbrennt resp. vergast wird. In letzterem Sinne allein hat der Verfasser in seinem „Katechismus der Allgem. Hüttenkunde" die alten Generatorformen und Heerde für Braunkohle und Torf zusammengestellt.

Wegen der beschränkten Anwendung wird hier nur das Unentbehrlichste über Torf und Braunkohle vorgetragen werden.

Vom Torf.

§ 517. Unter Torf bezeichnet man die aus untergehenden Vegetationen an sumpfigen Orten sich fortwährend bildenden, als Brennstoff späterhin brauchbaren Ablagerungen. Begünstigt wird eine solche Bildung durch wechselndes Niveau des Wassers, in welches die Sumpfdecke aus lebenden auf verfilzter Unterlage erwachsenden Pflanzen einsinkt, darin sich verändert und in der nächsten Wachsthumsperiode den Boden einer Schicht neuer Pflanzen bildet.

In ausgedehnten Niederungen z. B. in der ganzen vom Ural bis zu den Pyrenäen sich erstreckenden atlantisch-baltischen Tiefebene, entstehen durch den genannten Process sehr grosse und ergiebige Lager oft aller recentester Bildung, welche einer regelmässigen Bewirthschaftung fähig sind.

Auch in Gebirgen bilden sich Torflager, wo dauernde Wasseransammlungen entstehen können und eine periodisch unter Wasser tretende Vegetation sich ansiedelt. Besonders bieten Erdfälle und trichterartige Einkesselungen vulkanischen Ursprungs Veranlassung zu solchen sogenannten „Hochmooren," die man auf der Grimsel, im Riesengebirge, im Ober-Harz, dann in der Eiffel, auf der Rhön und an vielen anderen Orten findet.

§ 518. Der Torf ist eine braungefärbte Masse von verschiedenartiger Textur, und zeigt bald die Pflanzenformen, bald die Charaktere der beigemengten erdigen Substanzen, bald das Aussehen des Pflanzenmoders in buntester Mischung. Die verschiedensten dieser Modificationen treten nebeneinander in einem Lager auf und dadurch entstehen Schichten von wechselndem Verhältniss zwischen organischen und nicht organischen Bestandtheilen und in Folge dessen von sehr verschiedenen Werth, den im einzelnen Fall nur Versuche und Analysen mit grossem Durchschnitt feststellen können.

Die Benennungen Wurzel-, Blätter-, Papier-, Rasen-, Moor- und Pechtorf, welche auf Texturunterschieden beruhen, bedeuten für die Technik Nichts, ebensowenig die auf die Gewinnungs- und Vorbereitungsmethoden sich beziehenden Namen Stech-, Streich-, Bagger- und Presstorf.

§ 519. Die Analysen, welche von den verschiedensten Torfen gemacht worden sind, ergaben ausser Wasser und Asche:

Kohlenstoff		49,6—63,9/₀₀
Wasserstoff		4,7— 6,8/₀₀
Sauerstoff		28,6—44,1/₀₀
Stickstoff		0,0— 2,6/₀₀ (Websky).

Wassergehalt und Asche schwanken nun enorm, indem sowohl die Gewinnung als auch die Vorbereitung des Torfs Einfluss hierauf haben.

§ 520. Ausführliche Untersuchungen Vogels (Vogel: Der Torf etc. Braunschweig, Westermann 1859) ergaben für einen Maschinentorf aus Baiern 18,6/00 H_2O nach längeren Trocknen in höherer Temperatur (über 100°) und nach Lagern des getrockneten Torfs im Keller eine Aufnahme von 11,8/00 H_2O. Der Aschengehalt beziffert sich hierbei auf 1,3 und 1,7/00 in zwei Versuchen (a. a. O. S. 19 und 20).

Andere in verschiedenen Lehrbüchern (u. A. Dürre, Katechismus S. 135) publicirte Analysen zeigen Schwankungen im Aschengehalt von 1,09—33,27/00, also in weiten Grenzen.

Man wird, bei Voranschlägen gut thun, der Annahme Scheerer's zu folgen und in gutem trocknen Torf

25,0/00	hygroscopisches Wasser,
28,5/00	Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältniss H_2O,
1,5/00	Wasserstoffüberschuss,
45,0/00	Kohlenstoff

vorauszusetzen und hierauf einen Aschengehalt von wenigstens 10/00 zu schlagen.

Uebrigens gewährt eine Wasser- und Aschenbestimmung grössere Sicherheit und verlangt weder grossen Zeitaufwand, noch einen sehr hohen Grad von Geschicklichkeit.

§ 521. Nach dem Vorstehenden ist es einleuchtend, dass der Wärmeeffekt des Torfes grösser sein muss, als der des Holzes, sobald die eben besprochenen belastenden Faktoren nicht zu sehr vorwiegen. Der berechnete Effekt der reinen Torfmasse beträgt ca. 5200 *c*, während man den Effekt des durchschnittlich verwertheten Torfes nicht höher als 3000 *c* veranschlagen darf.

Dieser niedrige Effekt kann wie bei dem Holze durch besondere Trocken-, Darr- und Verkohlungsprocesse gesteigert werden, welche aber für die Metallurgie des Eisens ohne Werth geblieben sind. Nur ganz vereinzelt haben sich Eisen- und Stahlhütten des in irgend einer Weise vorbereiteten Torfes bedienen können um hohe Temperaturen hervorzubringen. Der Torf erfordert mehr noch als das Holz grosse und umfängliche Lager- und Aufstapelungsräume, da er sehr voluminös ist und längere Zeit austrocknen muss, ehe er verwendet werden kann.

Noch mehr Kosten erwuchsen aus der Anlage von Trockenvorrichtungen und von Darrapparaten, von denen die ersteren den Holztrockenvorrichtungen entsprachen und die Letzteren theils mit warmer Luft, theils mit Feuergasen aus diversen Apparaten betrieben worden sind. Eine nennenswerthe Verwendung von derartigen Anlagen findet auf Eisenhütten nicht mehr statt. Ueber die Vergasung lufttrocknen Torfes wird im III. Band das Nothwendigste mitgetheilt werden.

Ueber alle diese Verhältnisse ist ausser dem citirten Werk von Vogel noch das Werk von Challeton de Brughat: — de la tourbe — E. Lacroix 1861 zu consultiren.

Von der Braunkohle.

§ 522. Die Braunkohle ist weit mehr als der Torf, eine wirkliche Kohle und beansprucht desshalb die Aufmerksamkeit der Industrie in höherem Maasse, wiewohl das Eisenhüttenwesen auch diesen Brennstoff nur ganz vereinzelt benutzt.

Die Mineralisation der organischen Substanz ist in der Braunkohle durchschnittlich noch nicht so weit vorgeschritten, dass nicht die Pflanzentextur vollständig erkennbar wäre. Einzelne Varietäten haben allerdings eine vorwiegend erdige Beschaffenheit, während andere von dem Holze lebender Pflanzen sich nur durch die Farbe unterscheiden.

Neben den erdigen und holzigen (resp. blättrigen, bastartigen) Formen, tritt bei der Braunkohle noch eine glasartige Form von muschligem Bruch auf, welche dem Pechtorf gleicht und vermuthlich ein vollkommenes Umwandlungsprodukt des ursprünglichen Pflanzenmoders ist. Es ziehen sich Streifen und Bänder dieser Substanz durch die erdige Braunkohle (z. B. die böhmische) hindurch; es lassen sich aber auch grössere Massen davon beobachten.

§ 523. Ein interessantes Umwandlungsprodukt ähnlicher Art, ist der als besondere Mineralspecies nachgewiesene Dopplerit, dessen Zusammensetzung und Verhalten vielleicht Licht über eine Phase des natürlichen Verkohlungsprocesses verbreiten dürfte.

Zincken (Physiographie der Braunkohle, Hannover 1867, Rümpler, S. 184) bespricht gelegentlich der Charakterisirung der Pechbraunkohle in einer Anmerkung den Dopplerit als Torfpechkohle und führt dabei an, dass eine Analyse von Herz

15,03	H_2O	
3,39	Asche	und in der organischen Substanz
57,47	C	
5,32	H	
0,86	N	
36,25	O	nachgewiesen hätte.

§ 524. Aus dieser Analyse hat man, die von Zincken mitgetheilte Formel C_{33} H_{42} N_1 O_{21} berechnet, welche aber falsch ist, denn die Quotienten sind

$$\text{für } N = \frac{0,86}{14} = 0,06$$
$$\text{„ } O = \frac{36,25}{16} = 2,26$$
$$\text{„ } H = \frac{5,32}{1} = 5,32$$
$$\text{„ } C = \frac{57,47}{12} = 4,79$$

Will man ein N in die Formel haben, so müssen die Quotienten mit $\frac{100}{6}$ multiplicirt werden, was naturgemäss ergibt:

$$N = \frac{6,00}{6} = 1,0 \text{ Atome}$$
$$O = \frac{2,26}{6} = 37,6 \text{ „}$$
$$H = \frac{5,32}{6} = 88,6 \text{ „}$$
$$C = \frac{4,79}{6} = 79,8 \text{ „}$$

Die empirische Formel würde lauten: $C_{79,8}$ $H_{88,6}$ N_1 $O_{37,6}$.

§ 525. Eine weitergehende Bedeutung hat F. J. Kaufmann in Luzern (vgl. die Schrift desselben: „Ueber Dopplerit, mineralische Kohlen und künstliche steinkohlenartige Substanzen" — Luzern 1864) dem Dopplerit durch Untersuchungen gegeben, die er an einem Hochmoordopplerit der Nähe von Luzern angestellt (vgl. Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1865. 15. S. 283).

Der bei Stansstad zu Obbürgen vorkommende Dopplerit ergab im Mittel von vier Analysen:

C	56,46
H	5,48
$O + N$. . .	38,06

wonach sich die empirische Formel C_{38} H_{44} O_{19} berechnet, welche trotz der Vernachlässigung des N auf eine noch immer sehr complicirte Struktur hinweist.

Der Dopplerit erwies sich als in Kali löslich bis auf einen Rest von Zellgewebtrümmern. Im Torf kommt er zu 25—77/$_{00}$ vor, je nach dem zunehmenden Alter, denn der nachweislich älteste Torf enthielt am meisten Dopplerit. Im Gebiet der Braunkohlen nimmt wiederum der Doppleritgehalt mit dem zunehmenden Alter ab und ergibt 75—5/$_{00}$ für jüngere Braunkohlen-Ablagerungen (Alluvial und Miocen). Eine eocene Kohle enthielt nur noch 2—3/$_{00}$, die Steinkohle von Saarbrücken Spuren, während ein Anthracit Nichts davon aufwies.

Es ist hiernach die als Dopplerit bekannte Substanz jedenfalls ein Zwischenglied zwischen der Cellulose und den ächten Kohlen, deren Strukturformeln geschlossene Kohlenstoffkerne aufweisen würden, wenn man in der Lage wäre, diese Strukturformeln aufstellen zu können.

§ 526. Die Zusammensetzung der Braunkohlen variirt ausserordentlich, auch wenn man innerhalb ähnlicher petrographischer Verhältnisse sich umsieht.

Eine vollständige Zusammenstellung von Braunkohlenanalysen, nach Ländern geordnet, gibt Zincken (Physiographie d. B. S. 24 u. ff.). Eine für die metallurgischen Interessen geeignetere Auswahl findet sich in Dürre's Katechismus der Allgem. Hüttenkunde (S. 143).

Aus diesen Analysen ergeben sich für

	C	H	$O + N$
1) Die fasrige Braunkohle, das fossile und bituminöse Holz	57—67	6—5	37—28
2) Die erdige, mulmige und lockere Kohle	45—70	6—5	30—25
3) Die muschlige Braunkohle	65—75	6—4	29—21
4) Die fette Braunkohle (Schwehlkohle)	70—80	6—8	24—12

§ 527. Zu den hier hervorgehobenen Bestandtheilen treten zwei andere, welche wesentlich die Verwendung der Braunkohle beeinflussen. Es sind dies das Wasser und die Asche, welche auch hier in

sehr wechselndem Maass auftreten. Um dies zu charakterisiren und um gleichzeitig den Einfluss auf die Wärmeeffekte darzuthun, werden im Folgenden eine Reihe Untersuchungen Carl von Hauers mitgetheilt, welche 1864 und 1865 in den Verhandlungen der österr. Geolog. Reichs-Anstalt zerstreut sich vorfinden.

Diese Untersuchungen umfassen:

1⁰ die Bestimmung des hygroscopischen Wassers im lufttrockenen Material,
2⁰ die Bestimmung der Asche,
3⁰ das Cokesausbringen,
4⁰ das Resultat der Berthier'schen Probe, d. h. die von einem Gramm Brennstoff reducirte Bleimenge in Grammen,
5⁰ den daraus berechneten absoluten Wärmeeffekt und
6⁰ die einer Wiener Klafter trocknen Tannenholzes (20—21 Wiener Centner) entsprechende äquivalente Gewichtsmenge des untersuchten Brennstoffs.

Die erste Reihe findet sich a. a. O. 1864. 14. S. 137 und umfasst:

§ 528. Untersuchungen von Lias- und Triaskohlen aus den österreichischen Alpen.

I. Keuperkohlen.	H_2O	Asche	Cokes	*Pb*	Wärmeeffekt	Aequivalent
Kleinzell — Haidfeld	0,8	13,4	66,6	—	5435	9,6
Lilienfeld — Annabergbau	1,3	8,8	67,6	—	6279	8,3
Tradigist — Krandlstein	1,0	18,0	64,0	—	5347	9,8
Hollenstein — Schneibbberbau	3,1	13,6	70,0	—	5220	10,0
Gössling	1,7	17,2	—	—	5158	10,1
Scheibbs	2,3	12,4	—	—	5766	9,1
Opponitz	2,8	7,7	—	—	5333	9,8
Lunz	3,5	8,3	—	—	5482	9,5
Gaming	1,6	7,0	—	—	5563	9,4
Ybbsitz	3,0	9,3	72,5	—	5602	9,3
Lindau	2,1	9,5	—	—	4915	10,6
II. Liaskohlen.						
Gresten	1,1	3,9	66,1	—	6557	8,0
Pechgraben	1,7	17,2	60,6	—	5286	9,9
Grossau	1,3	10,1	57,8	—	5575	9,4
Hinterholz	1,1	6,5	66,3	—	6333	8,2
§ 529. Darauf folgt (S. 140) die Untersuchung von Braunkohle:						
Aspang	10,1	8,6	n. best.	21,0	4746	11,0
Gacs (Neograd)	8,3	4,1	—	18,1	4068	12,9
Homberg (Unterkärnthen) S. 455 u. 516 . . .	19,2	10,5	—	15,5	3425	15,2
do. do.	14,8	3,3	—	19,3	4361	12,0
do. do.	14.3	6,8	—	10,2	4339	12,1
St. Philipp (Eberndorf, Kärnthen) S. 516 . .	18,0	5,3	—	16,20	3661	14,3
do. do.	7,7	9,2	—	15,90	3593	14,6
St. Martin bei Ried (Oberösterr.) ibid. S. 454 u. 516	19,9	8,6	—	15,40	3480	15,0
do. do.	16,6	4,0	—	15,50	3503	14,9
do. do.	17,2	4,7	—	14,05	3175	16,5
do. do.	15,3	0,8	—	15,65	3536	14,8
Johannesthal (Krain) ibid. 1865. 15. S. 171 .	12,6	2,6	—	19,595	4428	11,8
do. do.	15,0	5,6	—	17,110	3867	13,5
do. do.	12,3	4,1	—	18,105	4092	12,8
do. do.	14,3	3,9	—	17,145	3875	13,5
do. do.	11,9	13,0	—	15,145	3423	15,3
do. do.	13,5	2,4	—	17,520	3959	13,2
Bohrloch zu Trebendorf bei Eger, ibid. S. 251	13,5	13,6	—	17,00	3842	13,6
Alpine Kohlen (neuere Aufschlüsse), ibid. S. 252 .	0,5	9,1	70,0	23,88	5397	9,7
do. do.	1,1	11,2	71,1	23,79	5376	9,7
do. do.	1,3	11,1	71,0	23,80	5379	9,7
Lankowitz (Köflach, Voitsberg), ibid. S. 454 .	21,5	4,9	—	16,15	3650	14,3
do. do.	18,1	1,5	—	16,95	3830	13,7
Reichenau bei Eger, ibid. S. 553	4,2	6,4	—	—	5000	10,3

Diese Beispiele reichen hin um die Verschiedenheit der Zusammensetzung und der Effekte zu zeigen.

§ 530. Was die Bestimmung der Letzteren anlangt, so bediente sich von Hauer dazu der Berthier'schen Probe, bei welcher aus einem Ueberschuss von Bleioxyd eine dem Kohlenstoffgehalt des Brennmaterials entsprechende Bleimenge reducirt wird. Da ein Theil Kohlenstoff (reine geglühte Holzkohle) 34 Theile Blei reducirt, so besetzt man den betreffenden Tiegel mit 1 Gramm Brennstoff und 40—45 Gramm Bleioxyd (welches vollkommen rein von metallischem Blei sein muss).

Der erhaltene Bleiregulus entspricht (wenn der Brennstoff keinen Wasserstoff enthielt) in seinem Gewicht x den Kohlenstoffprocenten in der Art, dass die untersuchte Substanz $\frac{100\ x}{34} = y$ Hunderttheile Kohlenstoff enthält.

Der absolute Wärmeeffekt würde hiernach betragen, wenn reiner Kohlenstoff 8080 c entwickelte, $\frac{y}{100} \times 8080\ c.$

Obwohl diese Probe nur für verkohlte oder vergaste Brennstoffe richtige Voraussetzungen bietet, da der etwaige Wasserstoffgehalt vernachlässigt ist, wird sie doch vielfach noch zur Effektbestimmung auch roher Brennstoffe angewandt. Da nur allein das Calorimeter richtige Werthe geben kann, so kann der Berthier'schen Probe nur eine gewisse Berechtigung bei Vergleichsversuchen mit ähnlichen Brennstoffen zugebilligt werden, wenn es sich z. B. darum handelt, Hölzer, Torfe, Braunkohlen etc. unter sich zu vergleichen. Stets werden calorimetrische Heizversuche, in denen eventuell mit verschiedenen Verbrennungserscheinungen zu arbeiten ist, allein verlässliche Werthe geben.

§ 531. Interessant im Bezug auf die Methode Berthiers ist ein Vergleich von Braunkohlen und Holz, welchen Carl von Hauer gelegentlich einer Untersuchung des Ebenseer Salinenbetriebes anstellt (Jahrbuch der Geolog. Reichs-Anstalt 1864. S. 263).

Es ergaben:

Lufttrocknes Tannenholz			Traunthaler Kohlen		
Hygr. H_2O	20		Hygr. H_2O	15	
Asche	1		Asche	9	
C	39,18	78,9 verbr. Theil	C	46,7	75,9 verbr. Theil
H	5,05		H	3,5	
O	34,76		O	25,5	
Berechneter Wärmeeffekt ohne Abzug	3389 c.		Berechneter Wärmeeffekt ohne Abzug	3840 c.	
Nach Abzug der latenten Wärme	3005 c.		Nach Abzug der latenten Wärme	3555 c.	

Bei dieser Gelegenheit weist eben Carl von Hauer auf die Geringfügigkeit des Fehlers hin, der durch die Anwendung der Berthier'schen Probe auf Hhaltige Substanzen resultirt. Diese Probe hatte ergeben, dass 20 W. Centner Traunthaler Kohlen einer Klafter weichen Holzes äquivalent seien. Die Klafter wiegt ca. 20—21 Centner, was der obigen Uebereinstimmung entspricht, da die frischgeförderten Kohlen $25/_{00}$ H_2O enthalten haben.

§ 532. Hierzu muss bemerkt werden, dass die aus den Resultaten der Elementaranalyse berechneten Wärmeeffekte ihrerseits selbst unsichere Werthe sind und zur Abschätzung der Richtigkeit anderer Werthe wohl keine Grundlage abgeben können.

Der Effekt der Braunkohlen wird sich bei trockenem Material auf

5000 c für fossiles Holz,
5700 c für erdige Braunkohle,
6500 c für muschlige Braunkohle,
7000 c für Pech- und Schwehlkohle

festsetzen lassen.

§ 533. Durch Darren der Braunkohlen gelangt man zu um 1000—1400 c höheren Werthen — die aber der Umständlichkeit der Darrprocesse wegen, für die grosse Industrie nicht nutzbar gemacht werden können.

Die obigen Werthe genügen auch vollkommen, um die Braunkohle zu metallurgischen Feuerungen verwerthen zu lassen — wobei sowohl direkte als Gasfeuerungen anwendbar sind, deren Dimensionen natürlicher Weise ganz besonders studirt werden müssen.

Zu diesen Verwendungen der Braunkohle auf Rosten in Flammfeuerungsanlagen kann man das Brennmaterial ohne weitere Vorbereitung als vielleicht eine Trocknung an der Luft bis zu einem gewissen Grade, benutzen.

Der Ersatz der Holzkohlen und der Steinkohlencokes durch Braunkohlen ist dagegen noch nicht geglückt, sondern hat nur in vereinzelten Fällen bis zu einem gewissen Grad fortgesetzt werden können.

Die rohe Braunkohle ist nicht fest genug um innerhalb einer Schmelzsäule ausreichenden Widerstand zu leisten und enthält auch oft zuviel hygroscopisches Wasser um die Schachtofengase nicht zu feucht werden zu lassen.

§ 534. Man hat desshalb den Versuch gemacht die Braunkohlen zu verkohlen oder auch nur zu darren.

Die Verkohlung oder Vercokung hat kein Resultat gegeben, da die Braunkohlen ebensowenig wie die jüngsten Steinkohlen Backfähigkeit zeigten, zudem aber auch eine starke Neigung zur Decrepitation, wenn Stücke angewandt wurden, verriethen.

Braunkohlenklein konnte durch Vercoken nicht agglomerirt werden, während Stückbraunkohlen meistens in kleine Stücke zerfielen.

Es ergab sich hiernach die absolute Unmöglichkeit, einen Vercokungsprocess, wie er demnächst bei den Steinkohlen geschildert wird, durchzuführen. Ob diese einstweilige Unmöglichkeit durch ein näheres praktisches Eingehen auf die früher vorgetragenen Hypothesen eines inneren Zusammenhangs zwischen den Phasen der Kohlenentstehung und den Reaktionen der organischen Chemie überwunden werden kann, ist fraglich, mindestens jetzt nicht discutirbar.

§ 535. Bei dem Darren der Braunkohlen hat man insofern bessere Resultate gehabt, als dieses Verfahren festere unnachgiebigere Produkte lieferte, welchen eher der Aufenthalt in einem Schmelzschachtofen zugemuthet werden konnte. Auch das theilweise Entgasen in offnen Meilern hat befriedigende Resultate bezüglich einer grösseren Festigkeit der Cokes gegeben. Man kann aber trotzdem nicht behaupten, dass es dadurch dauernd möglich geworden wäre, die Braunkohlen, sei es in gedarrter, sei es in entgaster Form, dem Schachtofenbetrieb zuzuführen. Bei dem Hochofenbetrieb werden die bezüglichen Versuche besprochen werden und die muthmasslichen Gründe ihres Scheiterns.

Die Verbrennungs- und Vergasungsvorrichtungen für Braunkohle kommen im III. Band bei der Schilderung der Flammöfen zur Besprechung.

B. Von den älteren fossilen Kohlen,

den eigentlichen Steinkohlen, Anthraciten und den daraus fabricirten künstlichen Brennstoffen.

§ 536. Von fast ausschliessender Bedeutung für die Grossindustrie sind die älteren fossilen Kohlen, die vollständig mineralisirten Reste untergegangener massenhafter Vegetationen, im Bereich der nach ihnen benannten Steinkohlenformation abgelagert.

In ihrer Mehrheit von schwarzer Farbe, wechselndem doch stets vorhandenem lebhafterem Glanze, erinnern sie durch keinerlei Struktur an die organischen Formen, denen sie ihre Entstehung verdanken.

Der Bruch wird blättrig, lamellar, manchmal stänglig, würflig, seltener muschlig; die Härte ist geringer, die Sprödigkeit grösser.

Unterwirft man sie der trocknen Destillation, so bleibt ein bedeutenderer Rückstand und die condensirten Produkte enthalten weniger Wasser als bei den ähnlichen Erzeugnissen jüngerer Brennstoffe. Das Wasser ist vorwiegend ammonikalisch, selten sauer.

Die Verbrennung bedarf einer kräftigeren Erhitzung; bei derselben entwickelt sich nicht der stinkende Geruch der Braunkohlen — dagegen zeigt sich ein starker Theergeruch, der die Benutzung einzelner Sorten für den Hausbrand ebenso unangenehm machen kann.

Die Hygroscopicität der Steinkohlen ist gering; auch in frischem natürlichem Zustand ist wenig Wasser in denselben anzutreffen, wenn es sich nicht um Haufwerke handelt, welche natürlich das Wasser zurückhalten.

§ 537. Die ältesten, sowie einzelne durch locale geologische Einflüsse verwandelte jüngeren Steinkohlen werden mit dem Namen der Anthracite oder Anthracitischen Steinkohlen belegt. Sie geben sehr hohe Rückstandausbeuten und können auch oft vollkommen so verwandt werden, wie man die entgasten oder vercokten anderen Kohlen verwendet. Sie gehören aber nichtsdestoweniger zu den Steinkohlen und bilden nur eine lokal geschiedene Gruppe derselben.

Die Eisenindustrie benutzt die Steinkohlen in ausgedehntestem Maass als Brennmaterial und hat überhaupt nur in den Steinkohlenbezirken ihre grösste Bedeutung erreicht. Sie benutzt aber nicht allein die Steinkohlen in rohem Zustand, sondern verwendet einen sehr grossen Theil ihres Consums als Cokes oder Destillationsrückstände deren Fabrikation sie auch selbst betreibt, so dass hier zunächst von den Steinkohlen im Allgemeinen und dann von den Steinkohlencokes oder kurzweg den Cokes die Rede sein muss.

Von der Steinkohle.

§ 538. Wenn auch die verschiedenen Steinkohlen dem ungeübten Auge und mangelnder Erfahrung gegenüber, weit gleichartiger aussehen als die verschiedenen Torfe, die verschiedenen Braunkohlen, so bieten sie sowohl im Aeusseren als namentlich in der Zusammensetzung und im chemischen Verhalten wesentliche, wirthschaftlich sogar sehr bedeutungsvolle Unterschiede dar.

Das Bedürfniss einer durchgängig richtigen Klassification, welches die Eisenindustrie zuerst empfand und welches einer ihrer grössten Vertreter, Karsten frühzeitig und für die damalige Stufe der Erkenntniss technischer Vorgänge ausreichend befriedigte, wuchs mit der Vielseitigkeit der Anwendung des Materials.

Die Backfähigkeit der Kohlen, das Vermögen, im Feuer aneinander zu kleben und sich zu grösseren Stücken zu vereinigen, wurde zuerst benutzt, um die Kohlenarten von einander zu unterscheiden.

Man hatte Backkohlen, Sinterkohlen, Sandkohlen unterschieden, je nachdem das (in gedeckten Gefässen) der Rothgluth ausgesetzte Kohlenpulver sich in eine geflossene fest zusammenhängende Masse verwandelte, oder nur oberflächliche Frittung, Sinterung, der einzelnen entgasten Kohlentheilchen gezeigt, oder endlich ein loses Pulver entgaster Körner gegeben hatte.

§ 539. Diese Unterschiede erwiesen sich aber nach geschehener Untersuchung der meisten technisch verwendeten Kohlen als durchaus nicht so scharf, als man anfänglich gedacht. Man hatte sehr bald die Zwischenglieder backende Sinterkohlen und sinternde Backkohlen, sandige Sinterkohlen und sinternde Sandkohlen ermitteln müssen — die ihrerseits wiederum unbestimmbare, wenn auch in der Existenz sehr bestimmt auftretende Uebergänge unter sich aufwiesen.*) Je mehr man sich von den ursprünglichen drei Sorten Karstens entfernte, um so vager und praktisch unbrauchbarer wurden die Unterscheidungen, dagegen führten sich jene drei in den technischen Sprachgebrauch ein.

Man machte nach und nach die Erfahrung, dass nicht allein zahllose Uebergangsstufen zwischen den angeführten Begriffen existirten, sondern dass auch Kohlen den gleichen Grad der Backfähigkeit zeigten, welche in andrer Hinsicht sich sehr verschieden verhalten hatten.

Man fand z. B., dass einzelne schwachbackende Sorten sehr lange Flammen zeigten, ebenso schwachbackende Sorten sehr kurze Flammen.

Unter den Sandkohlen gab es einzelne, die eine reichliche rauchende Flamme bei der Verbrennung entwickelten, andere, welche fast keine Flamme zum Vorschein brachten u. s. w.

§ 540. Dies führte nach und nach zu Erwägungen bezüglich der Höhe des Cokesausbringens (andere Klassificationstheorien z. B. die Fleck'sche sind als vollkommen unwahrscheinlich und auch ungenügend hier zu übergehen, wobei zu verwundern ist, dass angesehene Autoren sie immer und immer wieder zur grössten Verwirrung der Lernenden und Lesenden auftischen) welche schliesslich die Grundlagen einer technisch und in gewissen Grenzen brauchbaren Klassification bildeten.

Diese Klassification basirt 1⁰ auf dem Verhältniss des Cokesausbringens zu der Menge der entweichenden Verbindungen, 2⁰ auf dem Cokescharakter, insofern derselbe bei der Bezeichnung eine Rolle spielt.

Gruner veröffentlichte 1873 (Annales des Mines 1873, S. 169, danach Dinglers Journal Bd. 213, p. 244) eine Erweiterung der Regnault'schen auf der Beschaffenheit der Flamme ursprünglich gegründeten Klassification, welche späterhin in seine allgemeine Hüttenkunde (Paris Dunod 1874) vollständig übergegangen ist.

Fast gleichzeitig und unabhängig von Gruner, entwarf Specialdirector Hilt in Kohlscheid bei Aachen eine auf ähnliche Grundsätze basirte Klassification und gelangte dabei zu interessanten Beziehungen zwischen dem Alter der Kohlen und ihrer Beschaffenheit. An Stelle der einen Klasse Gruners hat Hilt in Berücksichtigung einheimischer Verhältnisse zwei Klassen aufgestellt, wogegen seine übrigen Kohlengruppen mit den Gruner'schen fast zusammenfallen.

§ 541. Gegenüber der überwiegend grossen Zahl übereinstimmender Fälle verschwinden die einzelnen, in welchen eine Erweiterung oder Modification des Klassenbegriffes durch abweichende Beschaffenheit geboten war.

*) Schondorff (Preuss. Zeitschrift Bd. 23, S. 135 ff., Muck, Kohlenchemie S. 10) hat noch in letzter Zeit die Charaktere der normalen Cokes verschiedener Kohlenklassen wie folgt bestimmt und angegeben:

Cokes rauh, feinsandig, schwarz	I.	Ueberall oder doch bis zum Rand locker — Sandkohlen.
	II.	Festgesintert, in der Mitte locker — gesinterte Sandkohle.
	III.	Ueberall festgesintert — Sinterkohle.
Cokes grau und fest, knospenartig aufbrechend.	IV.	Backende Sinterkohle.
Cokes glatt, metallglänzend fest.	V.	Backkohle.

Die Kritik, welche von verschiedenen Seiten (cf. Muck, Kohlenchemie S. 11 und ff.) gegen die Gruner-Hilt'sche Klassification geübt worden ist, ändert Nichts an der Thatsache, dass diese Klassification ein sehr grosser Schritt vorwärts in der praktischen Erkenntniss der Kohlen gewesen ist und dass sie, Ausnahmen zugegeben, den Bedürfnissen des Eisenhüttenbetriebes vollkommen entspricht. Da die Kritiker selber, nachdem sie das Nichtübereinstimmende der Klassificationsgrundlagen mit den Verhältnissen einzelner Fälle nachzuweisen bemüht gewesen, andere discutirbare Vorschläge zu besseren Eintheilungen nicht gemacht haben, kann man füglich jene beibehalten.

§ 542. Man unterscheidet nach Gruner folgende Arten von Kohlen:

1⁰ Langflammige Sandkohlen (gasreiche Sandkohlen) als Flammofenkohlen und Gaskohlen minderer Beschaffenheit (wegen schwächerem Leuchten der Flamme) verwendbar.

Sie geben 50—60/₀₀ sandige bis leicht gesinterte Cokes, verdampfen 6,7—7,5 Kilos Wasser pro Kilo angewandten Brennstoffes und entwickeln 8000—8500 Wärmeeinheiten.

2⁰ Langflammige Backkohlen (gasreiche Sinter- und Backkohlen) als Flammkohlen vorzugsweise verwendbar, als Gaskohlen ebenfalls, weniger brauchbar als Cokeskohlen, obwohl durch Anwendung geeigneter Oefen sich Cokes von mittlerer Qualität daraus fabriciren lassen.

Sie geben 60—68/₀₀ vollkommen gesinterte, meist gebackene Cokes, verdampfen 7,6—8,3 Kilos Wasser und entwickeln 8500—8800 Wärmeeinheiten.

3⁰ Eigentliche Backkohlen (Schmiedekohlen, Esskohlen, Fettkohlen) als Gaskohlen, Flammofen- und Cokeskohlen ausgezeichnet brauchbar.

Sie geben 68—74/₀₀ geschmolzene mehr oder minder aufgeblähte Cokes, verdampfen 8,4—9,2 Kilos Wasser und entwickeln 8800—9300 Wärmeeinheiten.

4⁰ Kurzflammige Backkohlen (gasarme ältere Back- und Sinterkohlen) beste Cokeskohlen auch zu anderen Heizungen z. B. zu Kesseln zu gebrauchen.

Sie geben 74—82/₀₀ geschmolzene, compakte bis gesinterte Cokes, verdampfen 9,2—10 Kilos Wasser und entwickeln 9300—9600 Wärmeeinheiten.

5⁰ Anthracitische Kohlen (gasarme, magere Kohlen, ältere Sandkohlen) vorzüglich brauchbar als Schachtofenkohlen, sobald sie im Feuer nicht zerfallen, als Hausbrandkohle und als Kesselkohle, zum Vercoken für sich nicht geeignet und auch in Mischung schwer benutzbar.

Sie geben 80—90/₀₀ leicht gesinterte, meist sandige Cokes, verdampfen 9,0—9,5 Kilos Wasser und entwickeln 9200—9500 Wärmeeinheiten.

§ 543. 1⁰ Die langflammigen Sandkohlen charakterisiren sich besonders durch die Beschaffenheit der Rückstände der trocknen Destillation. — Angewandte Kohlenstücke behalten ihre Form oder zerspringen, ohne aber sonst Schmelzung oder Agglomeration zu zeigen. Nur bei den Uebergängen in die nächste Klasse macht sich schwache Sinterung bemerklich.

Diese Kohlen sind im Allgemeinen hart und wenig zerreiblich, wenn auch nicht von grosser specifischer Dichtigkeit (1,25); die Bruchersscheinung ist eben oder muschlig, manchmal stenglig, daher die englische Bezeichnung Splint-coal für einige Varietäten. Die Farbe ist selten reinschwarz, sondern zeigt immer einen Strich ins Braune.

Die mittlere Zusammensetzung ist

$$\begin{array}{r} 75—80\ C \\ 5{,}5—4{,}5\ H \\ 19{,}5—15{,}5\ O\ (+\ N) \end{array}$$

und die trockne Destillation ergiebt:

Nichtagglomerirte Rückstände . . .	50—60	
Ammoniakalisches Wasser	12—5	im Ganzen also
Bituminöse Substanzen	18—15	45—40/₀₀
Gase	20—20	flüchtige Produkte.

Diese Kohlen sind nicht sehr verbreitet und beschränken sich vorwiegend auf die jüngsten Schächte der betreffenden Reviere.

Sie treten in den Kohlenbecken von Ober-Schlesien und Saarbrücken auf (immer in sinternde Kohlen übergehend) und finden sich in der westfälischen Formation an dem nördlichen Saum des Beckens ebenfalls vertreten.

In Frankreich findet man sie bei Blanzy und Montceau; in Grossbritannien erreichen sie aber grössere Wichtigkeit und speisen fast den ganzen Hochofenbetrieb Schottlands, finden sich ausserdem aber noch in Derbyshire und Staffordshire u. a. O.

§ 544. Zur Orientirung sind die folgenden Analysen und Untersuchungsergebnisse mitgetheilt.

	C	H	$O (+ N)$
Mittel des ganzen oberen Saarbrücker Systems (Gasch)	75,75	4,87	19,38
Blanzy in Frankreich (Regnault)	78,26	5,35	16,39
Grosses Flötz von Staffordshire (Percy)	78,00	4,79	17,21
Harte Kohle von Königin Louisegrube Ober-Schlesien (Heintz)	74,16	5,57	20,27
Obere Flötze des Saarreviers (Gasch)	75,75	4,87	19,38
Louisenthal a. d. Saar (Scheurer-Kestner und Meunier)	76,87	4,68	18,45
Mittlere Zusammensetzung von elf Ober-Schlesischen Mitteln (Heintz)	78,87	5,14	15,09
Hartley bei New Castle (Dr. Marsilly)	79,54	5,63	14,83
Schottische Splintkohle (Percy)	80,98	5,42	13,60
Flötze von Königin Louisegrube (Gasch)	80,39	5,16	14,45

§ 545. 2⁰ Die langflammigen Backkohlen unterscheiden sich von den eben geschilderten durch die Cokesbeschaffenheit. Die Uebergänge zu den langflammigen Sandkohlen sind, wie schon oben angedeutet, Sinterkohlen und bilden mit den Uebergängen der vorigen Klasse die von Hilt besonders abgegrenzte Klasse der langflammigen oder gasreichen Sinterkohlen.

Aeusserlich erscheinen die Kohlen dieser Gruppe weniger hart und zäh als die Kohlen des vorigen Typus. Der Bruch wird eher blättrig als stänglig, das Gewicht steigt (1,28—1,30) die Farbe ist dunkler und der Glanz stärker.

Diese langflammigen Backkohlen sind leicht entzündlich, brennen sehr lebhaft und entwickeln Flamme und Rauch, indem sie sich rasch verzehren.

Die mittlere Zusammensetzung ist

80—85 C
5,8— 5,0 H
14,2—10,0 O (+ N)

und die trockne Destillation ergiebt:

Agglomerirte Rückstände	60—68	
Ammoniakalisches Wasser	5— 3	im Ganzen also
Bituminöse Substanzen	15—12	40—32 $/_{00}$
Gase	20—17	flüchtige Produkte.

Wenn auch bei diesen Kohlen die Gasmenge bereits abgenommen hat, so ist die Qualität des Gases als Leuchtgas eine bessere und man bezeichnet desshalb diese Kohlenart hauptsächlich als Gaskohle. Zur Cokesbereitung werden sie ebenfalls benutzt, wiewohl die daraus hergestellten Cokes nicht zu den besten gehören und namentlich gegen die Cokes der nächsten beiden Kohlenklassen zurückstehen. Indessen hat die sorgsame Ausbildung der Cokereitechnik gerade in den Bezirken dieser Kohlen deren Verwendbarkeit zur Vercokung bedeutend erweitert und es basiren sehr bedeutende Hochofenanlagen auf der ausschliesslichen Verwendung derartiger Cokes.

Wo allerdings, wie im nördlichen Theil der Westfälischen Mulde diese backenden Gaskohlen neben ächten Backkohlen auftreten, reservirt man die Letzteren zur Vercokung und benutzt die ersteren ausschliesslicher zur Feuerung und zur Vergasung.

Die langflammigen Backkohlen treten in Oberschlesien, bei Saarbrücken, in Westfalen, dem Becken von Mons in Belgien, sowie in Nordfrankreich auf. Auch die oberen Kohlen des Loirebeckens und des Reviers von Northumberland gehören hierher sowie ein Theil der schottischen Kohlen.

§ 546. Die Zusammensetzung der einzelnen Vorkommnisse erhellt aus der folgenden Tabelle:

	C	H	$O (+ N)$
Cannelkohlenflötz der Zeche Montcenis (Bochum) . . .	79,22	6,94	13,84*)
Cannelpacken aus Flötz 6, Zeche Joachim (Bochum) . .	85,804	6,940	7,256
Zeche Nordstern aus Flötz 3 (Bochum)	81,642	6,204	12,154
Zeche Bismarck aus Flötz 2, Süden (Bochum)	81,784	5,873	12,343
Mittel aus 7 Flötzen Hannover (Bochum)	82,33	5,08	12,59
Mittel aus 5 Flötzen Montcenis (Bochum)	81,92	5,69	12,39
Mittel aus 7 Flötzen Bonifacius (Bochum)	84,86	5,53	9,61

*) Die mit (Bochum) bezeichneten Analysen sind im berggewerkschaftlichen Laboratorium daselbst ausgeführt und den Publikationen von Dr. Muck entnommen.

	C	H	O(+N)
Mittel aus 6 Flötzen Dorstfeld (Bochum)	83,66	5,41	10,93
Mittel aus 7 Flötzen Friedrichsthal (Gasch)	80,25	5,23	14,52
Mittel aus dem liegenden Saarbrücker System (Gasch) .	82,08	5,04	12,88
Grube Heinitz (Gasch)	81,32	4,97	13,71
Grube Salzbach-Altenwald (Gasch)	82,57	5,02	12,41
Mittel von 34 Abbauarten, Glückhilfgrube Waldenburg (Richters)	85,13	5,02	9,85
Von der Heydtschacht Niederbank Flötz 9, Waldenburg (Richters)	87,35	4,69	7,96
Niederbank des liegenden Flötzes, Waldenburg (Richters)	86,69	5,43	7,88
Wallsend Elgin, Schottland (George G. André) . .	85,207	5,845	8,948
		incl. N	1,57
Westhartley Main seam, Newcastle (André) . . .	83,846	5,425	10,729
		incl. N	1,7
Haswell Wallsend, Newcastle (André)	83,637	6,693	9,67
		incl. N	1,42
Wigan Cannel (Percy)	82,29	5,86	8,31
Mittel von 4 Flötzen, flenu gras Mons (Marsilly) . .	85,20	5,66	9,14
Kohle von Commentry (Regnault)	82,92	5,30	11,78
Kohle von Epinac (Regnault)	83,22	5,23	11,55
Mittel von 3 Flötzen Bruay, Marlhes, Bully (Pas de Calais) (Regnault)	83,42	5,82	10,76

§ 547. 3⁰ Die eigentlichen Backkohlen sind schwarz, von lebhaftem Glanz, wenig hart und von vorwiegend lammellarer und blättriger Struktur. Sie entzünden sich weniger leicht als die vorerwähnten Kohlen, brennen auch mit einer kürzeren Flamme und weniger Rauch. Im Feuer erweichen sie und schmelzen theilweise — blähen sich dabei stärker auf als die beiden vorerwähnten Sorten, obwohl sie weniger flüchtige Produkte enthalten. Die langflammigeren Kohlen dieser Gruppe qualificiren sich vorzüglich noch als Flammofen- und Gaskohlen, während die kurzflammigeren besser als Cokeskohlen zu gebrauchen sind. Damit soll aber nicht behauptet werden, dass jene nicht auch Cokes, diese nicht auch Gas zu liefern vermöchten.

Die mittlere Zusammensetzung ist

84—89,0 *C*
5— 5,5 *H*
11— 5,5 *O* (+*N*)

und die trockene Destillation ergiebt:

Compakte und geflossene Rückstände . .	68—74	
Ammoniakalisches Wasser	3— 1	im Ganzen also
Bituminöse Substanzen	13—10	32—26/₀₀
Gase	16—13	flüchtige Produkte.

Die ächten Backkohlen sind in Deutschland besonders im niederrheinisch-westfälischen Kohlengebirge entwickelt, treten z. Th. auch in der Gegend von Aachen auf, bilden in Belgien die Hauptmasse des Beckens von Lüttich, sowie einen Theil des Beckens von Mons und des Nordfranzösischen Becken.

In England treten sie in der Grafschaft Durham und Northumberland, sowie im östlichen Theil von Südwales auf. Sehr verbreitet sind sie in Mittel- und Süd-Frankreich.

§ 548. Die Zusammensetzung der ächten Backkohlen erhellt aus folgender Zusammenstellung von Analysen:

	C	H	O(+N)
Mittel von 11 Flötzen, Westend (Bochum)	87,56	4,46	7,98
„ „ 5 „ Ruhr und Rhein (Bochum) . .	85,98	4,49	9,52
„ „ 8 „ Massen (Bochum)	86,53	4,18	9,29
„ „ 3 Packen zu 4 Flötzen, Prosper (Bochum) .	85,81	4,56	9,65
„ „ 3 „ „ 4 „ „ „ .	86,83	5,21	7,97
„ „ 6 Flötzen, Carolus Magnus (Bochum) . .	82,319	5,284	12,397
Bei höchster Cokesausbeute, „ „ . .	84,003	4,984	11,013
„ niedrigster „ „ „ . .	79,887	5,404	14,708

	C	H	$O(+N)$
Mittel von 11 Flötzen, Präsident (Bochum)	88,124	5,264	6,612
Bei höchster Cokesausbeute, „ „	88,807	5,185	6,008
„ niedrigster „ „ „	88,308	5,353	6,339
Mittel von 16 Flötzen, Courl (Bochum)	86,201	5,145	8,654
Bei höchster Cokesausbeute „ „	87,752	4,903	7,345
„ niedrigster „ „ „	84,484	5,538	9,981
Zeche Roland (Bochum)	88,128	5,241	6,631
Flötz Sonnenschein, Massen (Bochum)	87,097	3,941	8,962
Schmiedekohle Schacht OD_3, Schaumburg (Bochum) . .	86,775	4,798	8,427
Mittel von 9 Flötzen, Carl-Georg-Victor-Grube, Nieder-Schlesien (Richters)	88,550	4,580	6,870
Bei höchster Cokesausbeute, ebendaher (Richters) . . .	89,930	4,340	5,730
„ niedrigster „ „ „ . . .	86,950	4,880	8,170
Newcastle (Richardson)	89,190	5,310	5,500
Durham „	85,430	5,300	9,27
Mittel von 5 Flötzen, Denain (De Marsilly)	86,79	5,54	7,67
„ „ 9 „ Valenciennes (?)	87,75	5,19	7,06
„ „ 3 „ Pas de Calais (?)	87,59	5,43	6,98
Rive de Gier Grande croix, oberer Flötztheil (Regnault)	89,04	5,23	5,75
„ „ unterer „ „	89,07	4,93	6,00

§ 549. 4⁰ Die kurzflammigen Backkohlen haben die gleiche Textur, wie die Kohlen des ebengeschilderten Typus, nur zeigen sie sich oftmals durch Wechseln matter und glänzender Lagen streifig und dabei von geringerem Glanze und geringerer Dichtigkeit (1,30—1,35). Die Festigkeit ist nicht gross, doch nennt man des langsamen Brennens halber diese Kohlen oftmals „harte“ Kohlen. Sie entzünden sich schwerer als die Backkohlen und entwickeln wenig Gas, brennen mit kurzer blauweisser Flamme und geben wenig Rauch.

Bei der trockenen Destillation bilden sich oft gutgesinterte, selbst geschmolzene Rückstände, welche compakt und ziemlich hart sind. Die Uebergänge zu den anthracitischen Kohlen geben allerdings nur schwachgesinderte Cokes. Vercokt man frischgeförderte Kohlen, so erhält man bessere Produkte des Vercokungsprocesses, als wenn jene einige Zeit gelegen haben — weil die bei allen Kohlen durch das Abliegen herbeigeführte Verwitterung bei dem ohnehin geringen Gasgehalt der Kohlen einen relativ stärkeren Einfluss ausübt als bei den gasreicheren Kohlen. Durch Wahl sehr energischer Vercokungs-Apparate und längere Dauer der Vercokung vermag man sehr viel für die Güte der Cokes zu thun.

Die Elementarzusammensetzung dieser Kohlen schwangt in folgenden Grenzen:

88—91 C
5,5—4,5 H
6,5—4,5 O (+ N)

und die trockne Destillation ergibt:

Geschmolzene und gesinterte Rückstände	74—82	
Ammoniakalisches Wasser	1— 1	im Ganzen also
Bituminöse Substanzen	10— 5	26—18/₀₀
Gase	15—12	flüchtige Produkte.

Unter diese Kohlen gehören die von Dr. Muck (Kohlenchemie Tabelle 1 a. IV) als typische Esskohlen zusammengefassten Materialien, welche vor die typischen Sandkohlen, aber in dieselbe Klasse gesetzt worden sind. Dr. Muck hat die Gruner'sche Gruppirung dahin abgeändert, dass er einen Theil der belgischen und französischen Sinterkohlen zu den ächten Backkohlen geschlagen hat und dass er die übrigen Sinterkohlen mit den Sandkohlen zu einer einzigen Klasse: IV. Magere bis anthracitische Kohlen vereinigt hat. Hier ist die ursprüngliche Sonderung wieder hergestellt und die von Dr. Muck neu hinzugefügten Analysen sind den Grundsätzen der Gruner'schen Classification entsprechend eingeordnet worden.

§ 550. In der nachstehenden Tabelle sind die nähere Zusammensetzung der Sinter- oder kurzflammigen Backkohlen mitgetheilt.

	C	H	$O(+N)$
Typische Esskohle, Zeche Hamburg Fl. I. (Berlin) . .	89,51	4,34	6,15
do. Ringeltaube „ II. „ . .	91,14	4,87	3,99
do. Nachtigall „ II. „ . .	91,75	4,78	3,46
do. Hamburg „ II. „ . .	90,28	4,27	5,44

		C	H	O(+N)
Typische Esskohle, Louisenglück Fl. II (Bochum)	. .	89,838	4,431	5,731
do. „ „ I „	. .	90,124	4,669	5,207
do. „ „ III „	. .	90,31	4,452	5,238
do. Altstaden 2. „ II „	. .	90,10	4,536	5,364
do. „ 2. „ I „	. .	91,574	4,863	3,590
do. Bickefeld (Berlin)		91,990	4,270	3,740
do. Ringeltaube Fl. III (Berlin)	. . .	90,57	4,460	4,970
Sinterkohle, Gr. Gemeinschaft bei Aachen, Mittel 5 Flötze (Bochum)		89,357	4,004	6,639
do. bei höchster Cokesausbeute (Bochum)	. . .	90,144	4,158	5,698
do. bei niedrigster „ „	. . .	89,835	4,078	6,087
do. am stärksten gesinterte „	. . .	88,12	4,134	7,746
do. am schwächsten „ „	. . .	89,756	4,175	6,069
Jamesgrube Eschweiler (?)		89,5	4,2	4,0
Alte Grube Grosslangenberg bei Aachen (?)	. . .	90,4	4,0	4,1
Mittel von 6 Flötzen, Mons (de Marsilly)		88,66	4,88	6,46
„ „ 7 „ belg. Centrum (de Marsilly)	. .	89,09	4,79	6,12
„ „ 3 „ Charleroi (de Marsilly)		89,29	4,80	5,91
Puits Henry, Rive de Gier (Regnault)		90,53	5,05	4,42
Rochebelle bei Alais (Regnault)		90,55	4,92	4,53
Puits Chaptal, Creusot (Scheurer Kestner)		88,48	4,41	7,11

§ 551. 5⁰ Die anthracitischen Kohlen sind schwarzgrau, mit matten Streifen durchzogen, meist von geringer Cohäsion, welche nur in den Uebergängen zu den ächten Anthraciten (mineralogische Species) wächst. Diese Kohlen sind schwerer als die früher geschilderten (1,33—1,40) und es erreicht der Cubikmeter, welcher bei den langflammigen Sandkohlen 700 Kilos wiegt, hier ein Gewicht von 850.

Sie entzünden sich erst bei hoher Temperatur und brennen mit spärlicher Flamme von sehr geringer Dauer, fast ohne Rauch, decrepitiren häufig und lassen sich dann schwer verwenden. Schon die bergmännische Gewinnung dieser Kohlen ist ohne die Produktion einer beträchtlichen Staubmenge nicht möglich — welche theils als Ziegelkohle, theils als Reduktionskohle für Zinkhütten direkt verwerthet, theils durch Agglomerationsarbeiten (s. u.) mit Theerasphalt oder anderen Bindemitteln in Kohlensteine (Briquettes) verwandelt wird. Die etwas gröberen Partieen der kleinen Kohle, als „Perlkohle“ separirt und gewaschen, sind gute fast rauchfreie Brennmaterialien für Dampfkessel.

Decrepitiren diese Kohlen nicht, wie z. B. in Pennsylvanien, so sind sie ohne Weiteres als Hochofenkohlen zu verwerthen. Zur Cokerei können sie nicht angewendet werden, da sie pulverige Produkte geben — höchstens in Mischung mit backenderen Kohlen vermögen sie bei recht energischer Erhitzung zusammenhängende für kleinere Schachtöfen geeignete Cokes bis jetzt zu liefern.

Ihre Zusammensetzung variirt in folgender Weise:

90—93 C
4,5— 4 H
5,5— 3 O (+ N)

und es ergibt die trockne Destillation:

Agglomerirte Rückstände		82—90	
Ammoniakalisches Wasser		1— 0	im Ganzen also
Bituminöse Substanzen		5— 2	18—10/00
Gase		12— 8	flüchtige Substanzen.

Vergasungsversuche, die der Verfasser im metallurgischen Laboratorium der Aachener Hochschule anstellte, ergaben schon bei 20—24 cm Rostbedeckung die Bildung mit schwachleuchtender Flamme brennender Gase, wogegen bei 45 cm Beschüttung des Rostes sich stärker leuchtende Flammen beim Entzünden der Gase zeigten. Es waren anthracitische Kohlen von Neu-Laurweg bei Kohlscheid zu den Versuchen verwendet worden, welche absolut keine Backfähigkeit zeigen, meist zum Hausbrand, sowie zum Ziegelbrennen etc. dienen.

Diese Kohlen haben eine geringe Verbreitung, ähnlich wie die langflammigen Gaskohlen. In Deutschland treten sie vorzugsweise im Worm-Revier bei Aachen auf, abgesehen von dem interessanten isolirten Vorkommen am Piesberg bei Osnabrück und wenigen Stellen des südlichsten westfälischen Reviers. In Belgien findet man sie bei Charleroi, von wo sie an den Nordrand des französischen Scheldebeckens sich hinüberziehen. Frankreich hat in den kleineren Kohlenbecken, sowie in einigen

grösseren mehrere Fundstätten für Anthracitische Kohlen. In England treten sie vorzugsweise an der Küste von Südwales auf und geben dort die berühmte Smokeless steam coal — rauchfreie Dampfkesselkohle, welche für den Seebedarf das gesuchteste Material ist. Sehr stark entwickelt ist die Formation in Amerika, wo der pennsylvanische Hochofenbetrieb die Anthracite direkt verarbeitet.

§ 552. Die Zusammensetzung der einzelnen Arten, geht aus der folgenden Reihe von Analysen hervor:

	C	H	$O (+N)$
Typische Sandkohlen (Dr. Muck), Flötz Steinkuhl, Zeche Sellerbeck (Bochum)	91,13	4,503	4,503
Dieselben, Mittel aus 5 Flötzen, Zeche Langenbrahm (Bochum)	92,091	3,647	4,262
Dieselben mit höchster Cokesausbeute (Bochum)	94,542	3,959	1,499
„ „ niedrigster „ „	92,006	3,389	4,605
Piesberg bei Osnabrück (Bochum)	94,004	1,621	4,335
Mittel aus den magersten Kohlen des Aachener Reviers (Bochum)	90,766	3,711	5,523
Dieselben bei höchster Cokesausbeute (Bochum)	89,660	3,218	7,182
„ „ niedrigster „ „	90,282	3,765	5,953
Aachener Kohlen (Regnault)	93,56	4,28	2,16
Mittel von 8 Flötzen, Charleroi (de Marsilly)	90,42	4,27	5,31
„ „ 5 „ „ „	91,03	3,96	5,01
Puits St. Paul, Creusot (Scheurer Kestner)	90,79	4,24	4,97
Mittel von Creusot „	92,36	3,66	3,98
Anthracit (normal) Mayenne (Regnault)	92,85	3,96	3,19
Nixon Navigation coal, Aberdare, upper 4 feet seam (Berlin)	92,71	4,26	3,03
Swansea (Percy)	94,05	3,38	2,57
„ „	91,87	3,34	3,02
Pennsylvanien (Percy)	94,89	2,55	2,56
„ „	94,72	2,69	2,58
„ „	94,64	2,73	2,46

§ 553. Ausser den in den oben gegebenen Zusammenstellungen dargelegten Elementen der Kohlensubstanz treten in jeder Steinkohle eine grosse Anzahl von Mineralstoffen auf, welche zum grössten Theil, wenn auch in veränderter Form, in die Asche übergehen (cf. Muck, Kohlenchemie S. 62—74). Ausserdem ist in jeder lufttrockenen Kohle eine gewisse hygroscopische Wassermenge vorhanden, welche die Verwendung beeinflusst. Wie gross die Aschenmenge sein kann, erhellt aus der nachstehenden Untersuchung eines Anthracits von Murau in Steyermark:

Derselbe enthielt in vier Proben:

Asche	20,0	21,5	34,0	14,0	
S	2,4	2,5	3,5	3,7	
Reducirte Pb . .	26,50	23,85	19,20	26,60	woraus sich ein
Effekt = . . .	5989	5390	4339	6011	Calorien berechnete.

(Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichs-Anstalt 1856. S. 807.)

Die Aschenmenge, deren Bestandtheile stellenweise gefährlich sein können, ist desshalb auch ein Gegenstand fortwährender Controle. In diesem Sinn bewegen sich die Kohlenuntersuchungen der Praxis und haben ausser dem Aschengehalt vorwiegend den Schwefelgehalt der Kohlen, demnächst den Aschengehalt der Cokes und die darin enthaltenen Kieselsäure- und Phosphormengen zum Gegenstand.

§ 554. Ein Hochofenwerk in Westfalen machte dem Verfasser die nachstehenden Angaben bezüglich seiner Kohlenuntersuchungen.

Gewaschene Kohlen von Zeche Präsident bei Bochum.

Aschegehalt = 6 $/_{00}$ durchschnittlich, schwankt von $5^1/_2$—$7^1/_2$ $/_{00}$
Schwefelgehalt . . . = 1,21 $/_{00}$ von einer dreimonatlichen Anlieferung
Cokes-Asche = 30,86 SiO_2 = 0,289 P
0,222 „

Die Asche stammt aus einem Cokes mit 10,19 $/_{00}$ Aschegehalt
resp. 11,37 $/_{00}$ „

Gewaschene Kohlen von Zeche Carolinenglück bei Bochum.

Aschegehalt	=	6 $/_{00}$ durchschnittlich, schwankt von 4—6$^1/_2$ $/_{00}$	
Schwefelgehalt . . .	=	1,22 $/_{00}$	
Cokes-Asche	=	43,93 SiO_2 = 0,171 P	
		0,139 „	
		0,175 „	

Die Asche stammt aus einem Cokes mit 12,15 $/_{00}$ Aschegehalt
resp. 10,69 $/_{00}$ „
und 9,35 $/_{00}$ „

Gewaschene Kohlen von Zeche Centrum bei Wattenscheid.

Aschegehalt . . .	=	5,75 $/_{00}$ durchschnittlich, schwankt von 5—6$^1/_2$ $/_{00}$		
Schwefelgehalt . .	=	1,13 $/_{00}$ Probe von einer zweimonatlichen Anlieferung		
Cokes-Asche . . .	=	38,56 SiO_2	= 0,179 P	bei einem Aschegehalt von 10,93 $/_{00}$
		41,48 „	= 0,138 „	„ „ „ „ 12,65 $/_{00}$
			0,180 „	„ „ „ „ 12,73 $/_{00}$

Gewaschene Kohlen von Zeche Graf Schwerin bei Merklinde.

Aschegehalt . . .	=	6,50 $/_{00}$ durchschnittlich, schwankt von 5—7$^1/_2$ $/_{00}$		
Schwefelgehalt . .	=	1,013 $/_{00}$ Probe von einer zweimonatlichen Anlieferung		
Cokes-Asche . . .	=	34,60 SiO_2	= 0,281 P	bei einem Aschegehalt von 11,08 $/_{00}$
		33,78 „	= 0,289 „	„ „ „ „ 9,08 $/_{00}$
		53,91 „	= 0,187 „	„ „ „ „ 9,71 $/_{00}$

Gesiebte Kohlen von Zeche Westhausen bei Station Bodelschwingh.

Aschegehalt . . .	=	9,5 $/_{00}$ durchschnittlich, schwankt von 8,5—12 $/_{00}$		
Schwefelgehalt . .	=	1,977 $/_{00}$ Probe von einer viermonatlichen Anlieferung		
Cokes-Asche . . .	=	37,33 SiO_2	= 0,123 P	bei einem Aschegehalt von 13,21 $/_{00}$
		39,33 „	= 0,139 „	„ „ „ „ 11,01 $/_{00}$
			0,111 „	„ „ „ „ 10,95 $/_{00}$

Eine andere westfälische Hüttenverwaltung gibt den Durchschnittsgehalt der verwendeten Kohlen
den Aschegehalt auf . 4—13 $/_{00}$
„ Schwefelgehalt auf 1,5— 3 $/_{00}$ an.

Die Bestandtheile der Kohlenasche interessiren den Hüttenmann weniger als die der Cokesaschen, weil letztere in die Schlackenschmelzungen der Schachtöfen wirksam eintritt — während jene als Verbrennungsrückstand aus dem Heizprocess herausgeht. Bei der Besprechung der Cokes werden Analysen von Cokesaschen mitgetheilt werden.

§ 555. Die Asche kann durch Aufbereitung, Waschen und Sieben bis zu einem gewissen Grade beseitigt werden, wenn die spätere Verwendung der Kohle eine weitergehende Zerkleinerung zulässt.

Dies ist z. B. bei dem Material für die Cokerei der Fall, welches wegen der im Verarbeitungsprocess eintretenden Agglomeration eine Zerkleinerung sehr wohl verträgt und dessen Homogeneïtät durch Zerkleinern und Mischen nur gesteigert zu werden vermag.

Obwohl die mechanische Reinigung der Kohlen meist auf den Zechen selbst geschieht, so ist es doch nicht ohne Werth für den Eisenhüttenmann, sich eine Vorstellung von einer Kohlenwäsche machen zu können und von den Principien ihres Betriebes.

Die Steinkohlenaufbereitung muss nach ganz anderen Grundsätzen arbeiten als die Erzaufbereitung, wenn auch die Theoretischen Gesetze schliesslich dieselben sind.

Es vollzieht sich aber die Trennung der Schieferpartien von der Kohle nicht mit der gleichen Schärfe, wie die Trennung der Gangart von den Erzen. Die Schiefer haben eine gewisse Weichheit, die Kohlensubstanz ist dagegen leicht zerreiblich und aus diesen Gründen ist mathematische scharfe Classification nach der Korngrösse nicht ausführbar. Endlich treten ökonomische Verhältnisse beeinflussend auf, welche namentlich darin bestehen, als sehr grosse Vorräthe von geringem Werth behandelt werden müssen, dass ferner der mögliche Verkaufswerth der gewaschenen Vorräthe in der Regel a priori feststeht. Daher kommt es, dass die Kohlenwäschen so viele verschiedene Construktionen zeigen und dass es wohl niemals einen allgemein gültigen Typus von Kohlenwäschen geben wird.

§ 556. So haben das alte Setzsieb und die auf seine Anwendung gegründeten Waschvorrichtungen mit ihrer saugenden oder rückkehrenden Wasserspülung innerhalb der Charge vollkommene Berechtigung, wenn man sehr reine Kohlen haben will, ohne auf die Verluste an Kohlensubstanz Rücksicht nehmen

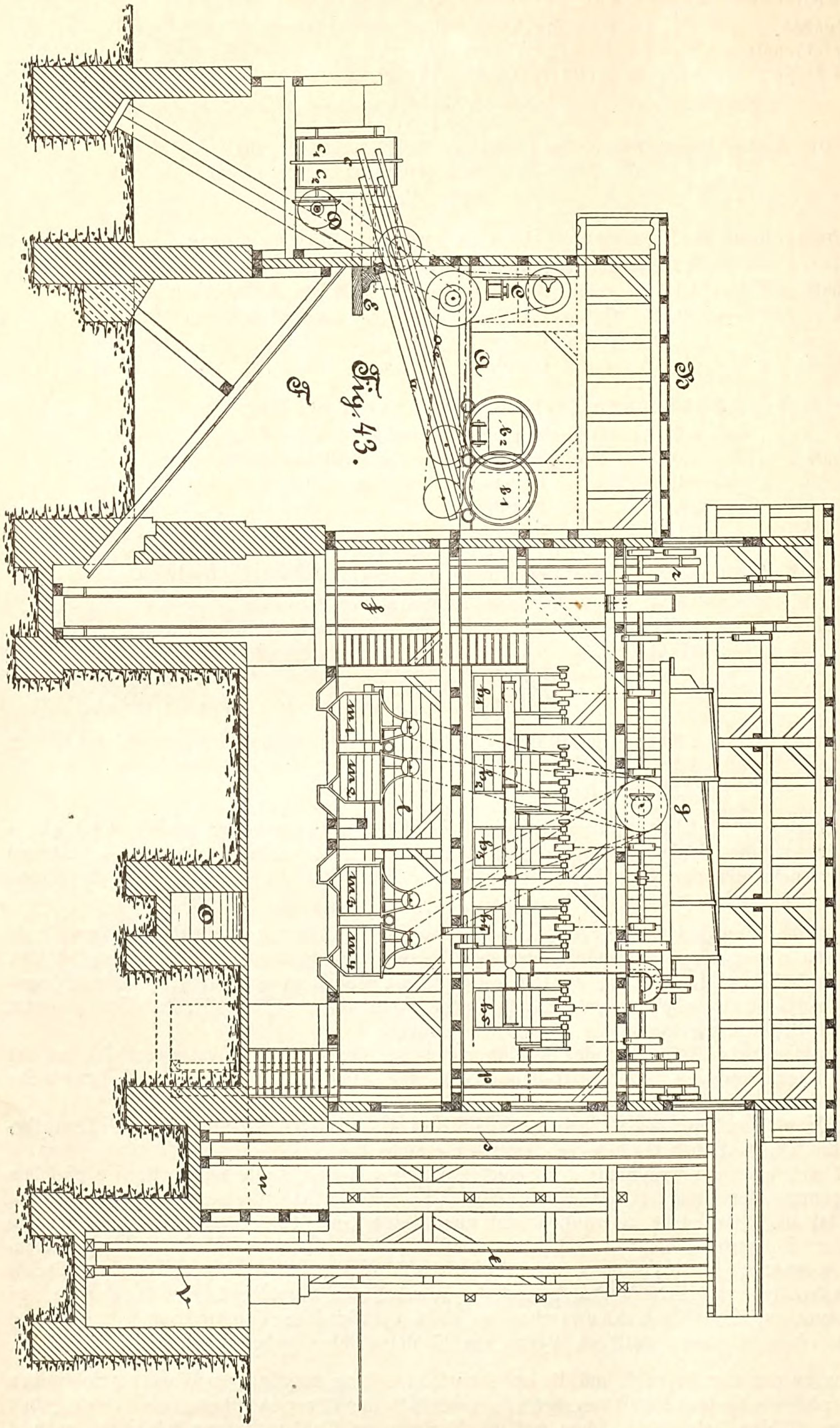


Fig. 43.

zu müssen. Harte, weniger Staub gebende Kohlen werden auf diesen Apparaten vortheilhafter gewaschen, als sehr mürbe und stark staubende Kohlen. Kommt auch die ursprüngliche Form des Setzsiebes nicht mehr vor, so findet man das Princip desselben mehr oder minder in all den Waschvorrichtungen beibehalten, in welchen maschinelle Combinationen vorhanden sind, welche die Vereinfachung der Handarbeit, wie auch die Produktionssteigerung vermittelst der automatischen Entfernung von Kohlen und Bergen, bezwecken.

In diese Klasse von Kohlenwäschen gehören die Apparate von Rexroth, Lührig, Schüchtermann u. Kremer u. A., welche besonders für festere Kohlen eine z. Th. sehr bedeutende Verbreitung gefunden haben.

Ein ganz anderes System befolgen die Wäschen von Coppée, Meynier u. A., in welchen die Saugung oder der rückkehrende Strom ersetzt wurde durch die Anwendung eines steigenden Wasserstroms. Diese Wäschen eignen sich für Kohlen, die vorher

nach der Korngrösse genau klassirt worden sind; die Verluste werden vermindert, oftmals aber auf Kosten der Reinheit des Produkts.

Die neuesten französischen Wäschen, zum Beispiel, die Wäschen von Evrard und Marsaut waschen ebenfalls unter den zuletzt erwähnten Bedingungen. Der erstere bedient sich dazu eines aufsteigenden Wasserstromes, während der letztere den Fall der Körner in ruhigem Wasser als Grundlage seines Betriebes benutzt.

Ausserdem aber geben diese letzteren Apparate ganz enorme Produktionen mit einem Minimum von Handarbeit. Gegenüber den alten Kohlenwäschen hat sich die Leistungsfähigkeit nunmehr auf das Zehnfache gesteigert, d. h. 150-200 Tons täglich.

§ 557. Die Urtheile über die Qualität der verschiedenen Systeme sind sehr schwankende, weil ein direkter Vergleich selten möglich ist und die Anforderungen an die Wäschen, je nach Lage und Handelsgewohnheiten sich modificiren, abgesehen von dem Einfluss des Verhaltens der Kohlen selber.

Eine für die Beurtheilung der verschiedenen Systeme sehr interessante Studie über die Kohlenwäsche zu Bessèges von Marsaut (Bulletin de la

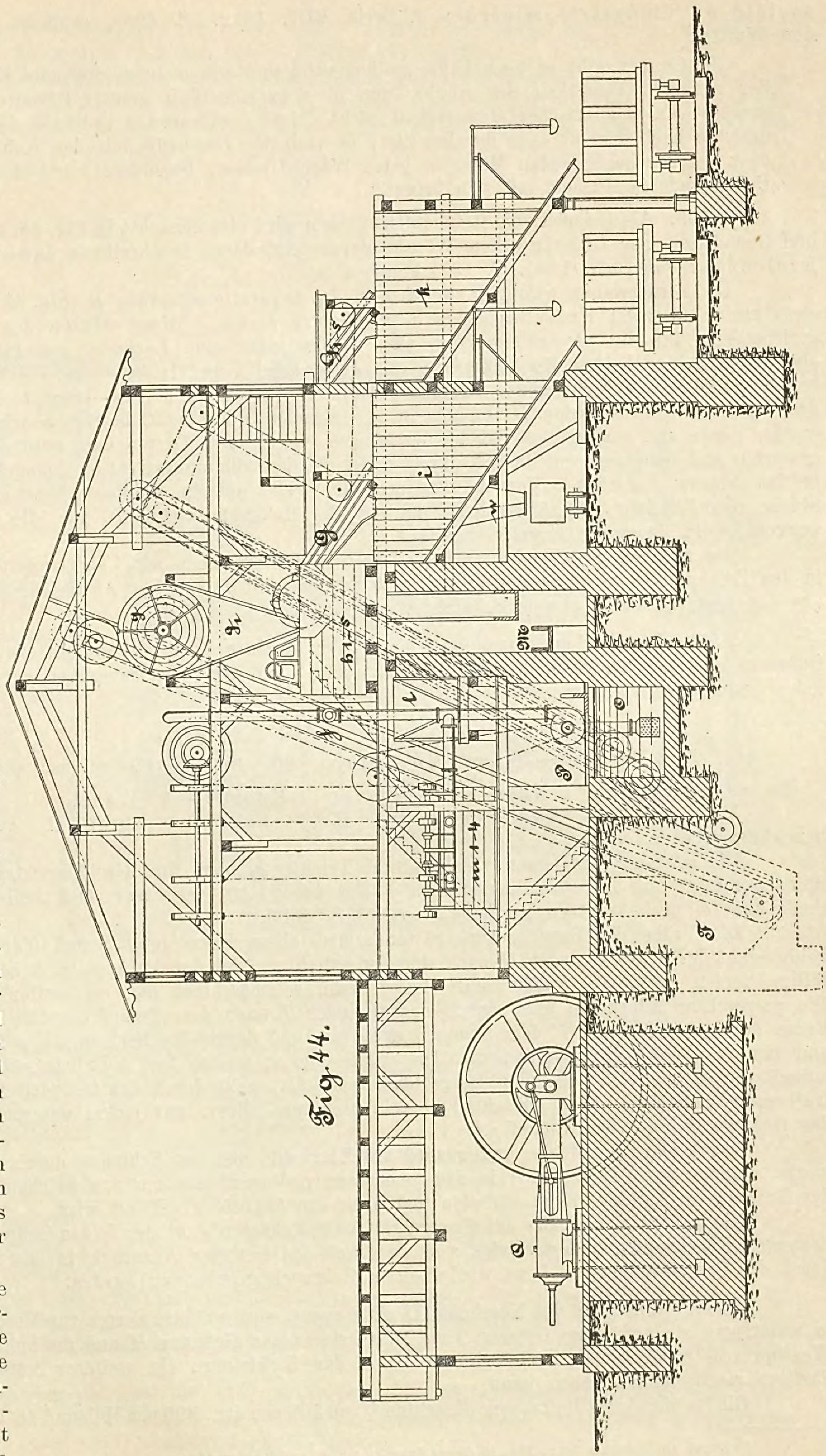


Fig. 44.

société de l'industrie minérale 2. Serie VIII. 1879. S. 403), schliesst ihre Einleitung mit den Worten:

„Im Ganzen gibt es noch keine vollkommene und allgemein angewandte Kohlenwäsche. Wegen „der geringen Festigkeit der Kohle kann eine mathematisch genaue Klassirung zu einem Wasch- „process von theoretischer Genauigkeit nicht führen; andrerseits bedingen die Handelsverhältnisse, „dass, je nach dem zu erstrebenden Ziel, je nach der Beschaffenheit der Kohle selbst, ihrer Natur „oder der sie begleitenden Materien jedes Wäschesystem, besondere Vortheile, wie auch besondere „Uebelstände im Princip mit sich bringt.“

§ 558. Als Beispiel von Steinkohlenwäschen wird hier zunächst in Fig. 43, 44 u. 45 Profil, Aufriss und Grundriss einer Lührig'schen Wäsche dargestellt, deren Beschreibung durch Prof. Kreyscher im Freiberger Jahrbuch (1881. S. 132) gegeben ist.

Die Förderwagen gelangen zunächst in das Separationsgebäude B (Fig. 43) wo sie im Niveau A abwechselnd in zwei Kreiselwipper b_1 b_2 geschoben werden. Diese stürzen den Inhalt langsam und gleichmässig auf die Stossrätter a_1 a_2 aus, welche jeder eine Lochung von 120 und 70 mm haben. Der Austrag der beiden Kohlenklassen (als Lesewürfel I und II bezeichnet) erfolgt getrennt in die beiden durch ein aufgehangenes Brett c gebildeten Abtheilungen c_1 c_2 eines 1 m breiten Lesebandes, das durch die Transmission D von der in A stehenden Maschine C betrieben wird. Auf diesen Band werden Berge und verwachsene Stücke ausgelesen, in getrennte Lutten nach untergestellten Förderwagen geworfen und gelangen von da aus durch einen (in den Abbildungen nicht angegebenen) Aufzug wieder in das Niveau A zurück. Von da wandern die Berge auf die Halde, während die durchwachsenen Stücke einen Steinbrecher E passiren und mit der Rohkohle unter 70 mm, die durch die Rätter gegangen ist, in Reservoir F sich vereinigen.

Die auf dem Leseband c zurückgelassenen Kohlen gehen auf Uebertragern nach einem zweiten in den Zeichnungen nicht dargestellten Leseband und von da mittelst Abstreichern nach Verladekästen, aus denen sie in die Waggons gebracht werden können.

§ 559. Die in F angesammelte Kohle unter 70 mm geht durch eine mittelst Schieber verstellbare Oeffnung in den Schöpfraum des Hauptbrecherwerks f und wird von demselben zur Klassirtrommel g gehoben, welche sechs Klassen

1.	2.	3.	4.	5.	6.
0—8 mm	8—15 mm	15—30 mm	30—45 mm	45—60 mm	60—70 mm liefert,
die als Klarkohle	Nusskohle I	Nusskohle II	Knörpelkohle	Waschwürfel II	Waschwürfel I

bezeichnet werden.

Die letzten fünf Klassen werden durch Trichter g_1 nach fünf Grobkornsetzmaschinen h_1—h_5 geführt, gereinigt, auf Entwässerungsrättern g (Fig. 44 und 45) entwässert und theils nach inneren i_1—i_5, theils über g_1 nach äusseren Verladekästen k_1—k_5 geführt.

Die Trübe der Entwässerungsrätter sammt allem Korn unter 8 mm (der obigen No. 1, Klarkohle) geht durch das Gefluder H nach einem viertheiligen Spitzkasten-Apparat l, in welchem vier gleichfällige Sorten entstehen, welche auf vier Feinkornsetzmaschinen m_1—m_4 weiter verwaschen werden. Die gewaschene Klarkohle geht durch das Gefluder J nach dem Sumpf n, während die austretenden Berge durch das Gefluder K dem Sumpf o zufliessen und durch das Becherwerk p in einen Sammelraum und von da auf die Halde gelangen. Die Trübe aus n, welche fast lediglich reine Kohle in gänzlich aufgelösten schwer sich setzenden Bergschlamm enthält, geht durch das Gefluder K_1 nach den Concentrations-Spitzkästen q. Der concentrirte Kohlenschlamm fliesst aus jedem unteren Spitzkastenende in das Gefluder L nach dem Sumpf v.*)

Aus beiden Sümpfen n und v wird die Klarkohle und der Schlamm durch feingelochte Becherwerke s und t (Fig. 43 und 45) in den gemeinsamen Vorrathsraum u aus welchem durch die Lutte w das Gemisch in Aufgabewagen verladen und nach den Cokesöfen geführt wird.

Die kohlenarme Trübe der Concentrations-Spitzkästen geht durch das Gefluder M nach entfernt liegenden Klärsümpfen und gereinigt von da durch das Gefluder N zurück in das Sammelbassin O, um durch die Centrifugalpumpe P zu wiederholtem Gebrauch gehoben zu werden.

§ 560. Will man die Nusskohle II oder event. noch gröbere Sorten zur Vercokung mit benutzen, so walzt man sie auf 4 mm Grössen klar, führt sie in das Gefluder H und die Spitzkästen, um sie den Waschprocess durchmachen zu lassen, da durch das Zerkleinern ein weiterer Aufschluss verwachsener Partieen stattgefunden haben kann.

Die Betriebskraft liefert eine Maschine Q von 500 mm dtr., 800 mm Hub und 48 Wechseln per Minute.

*) Durch ein Versehen ist in Fig. 45 dieser Sumpf v mit o bezeichnet worden.

Die beschriebene Wäscheanlage ergab 4,2 Asche, während die Berge nur $25/_{00}$ verbrennliche Substanzen enthielten. Die Kosten betrugen 0,4—0,5 Mark pro Centner.

Nach einer Anmerkung im Kreischer'schen Bericht sind Lührig'sche Wäschen zu 1800 Ctr. pro Stunde auf Zeche Holland zu Wattenscheid, Maria Anna und Steinbank bei Bochum, Bascoup bei Charleroi, Boussu bei Mons und Ressai bei Baume. Grössere Anlagen zu 2000 Ctr.

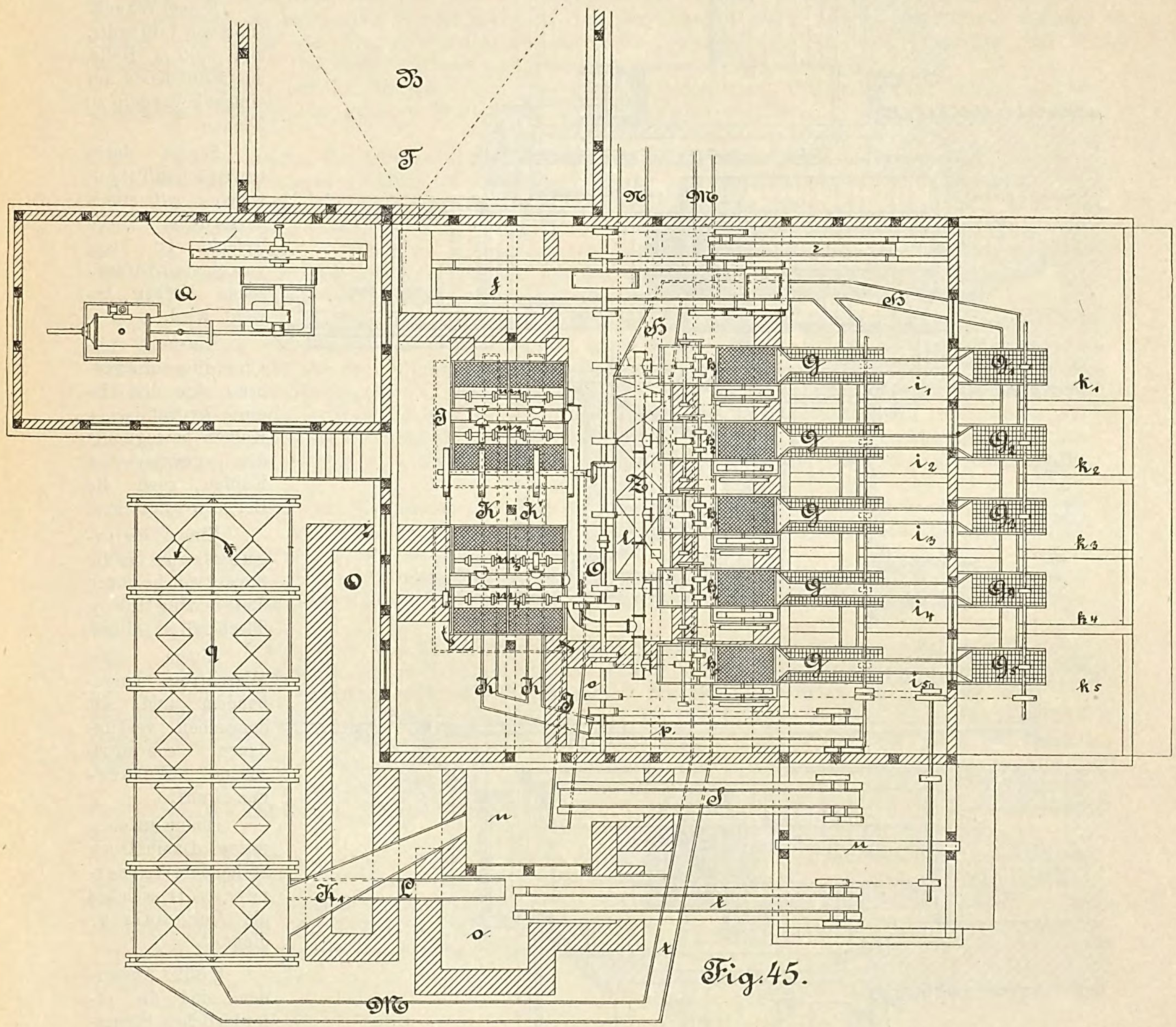


Fig. 45.

pro Stunde finden sich auf Hansa und Zollern bei Dortmund, zu St. Louis und Chabaud la Tour bei Anzin, Renard, Haveluy und Léonard bei Valenciennes. Eine Doppelwäsche mit 2500 Ctr. pro Stunde arbeitet zu Noeux bei Valenciennes.

Was die Lührig'schen Wäschen noch besonders auszeichnet, ist die bessere Disposition, die Zugänglichkeit der einzelnen Theile und die Uebersichtlichkeit. Damit ist auch eine grössere Ordnung und verhältnissmässige Sauberkeit verbunden, als sie in den engen finsteren und zusammengedrückten alten Anlagen zu finden ist.

§ 561. Die interessante und für den Cokesbetrieb besonders geeignete Wäscheconstruktion von Max Evrard zu St. Etienne, welche namentlich im dortigen Bezirk Verbreitung gefunden hat (Deutsches Reichs-Patent 5851) verdient noch Erwähnung.

Wie die Fig. 46 und 47 zeigen, ist der Apparat ein sehr einfacher und besteht aus folgenden Theilen:

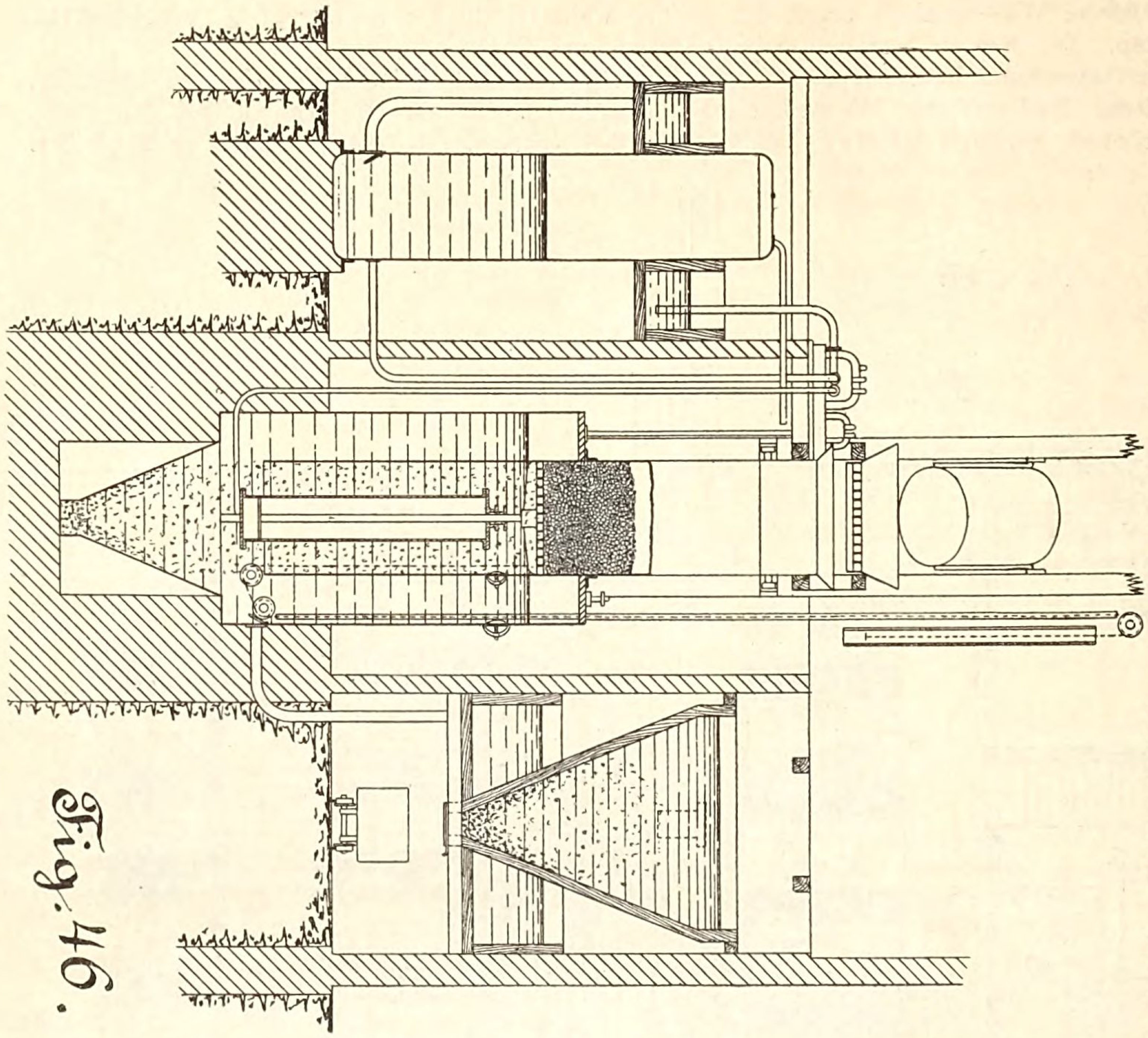


Fig. 46.

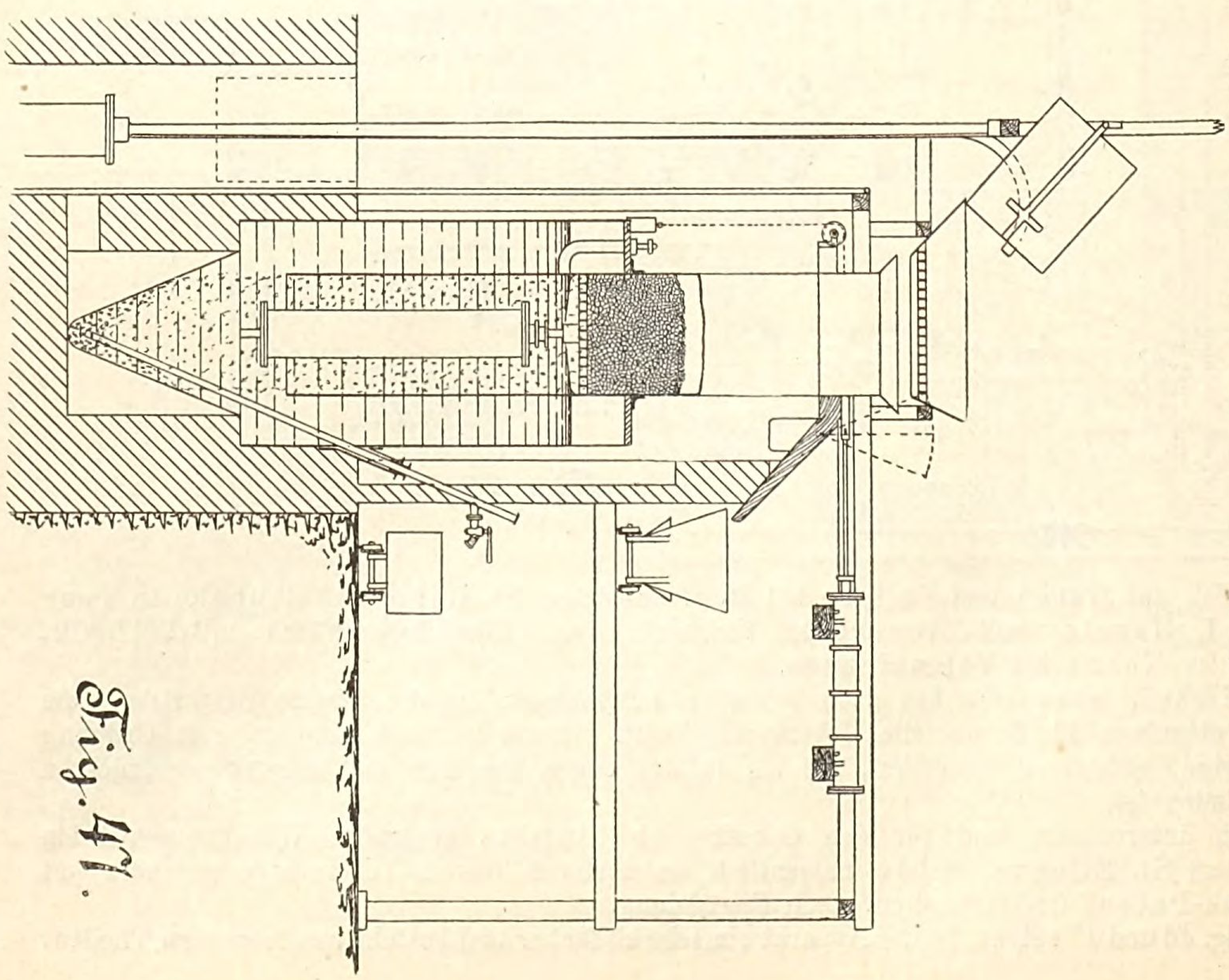


Fig. 47.

Einem Elevator mit zwei Schieberwagen für die Aufgabe der zu waschenden Ladung.

Einem Waschtrog von 1,60 m dtr. und 3,00 m Höhe, um 2000 Kilos auf einmal behandeln zu können.

Einem darin beweglichen Tisch, welcher mit einem perforirten Blech bedeckt ist und von einem hydraulischen Kolben bewegt wird.

Einem Abstreichmechanismus, den ebenfalls ein hydraulischer Kolben bewegt um die gewaschenen Kohlen, sowie die Berge wegzuziehen.

Einem Reinigungsrohr für die Sande, welche durch den beweglichen Tisch fallen sollten.

Einem den Waschtrog umgebendem und mit demselben verbundenen concentrischem Wasserreservoir.

Einem anderen unter Dampfdruck stehendem Wasserreservoir, welches als Accumulator dient.

§ 562. Ausserdem sind die erforderlichen Steuervorrichtungen, drei hydraulische Hähne und zwei Dampfventile zum Betrieb vorhanden, sowie acht Sümpfe von denen jede das Waschwasser einer Waschung aufnimmt und in einer Stunde absetzen lässt.

Der Gang des Apparates ist ungefähr folgender: Durch Einlassen des Dampfes in das concentrische Wasserreservoir um den Waschtrog herum, drückt man das Wasser durch den siebartigen Tisch in dem Waschtrog in die Höhe, bis es 1 m über dem Tisch steht. Dann stürzt man das Kohlegemisch in den Trog und lässt das Wasser weiter steigen, indem man demselben Oscillationen gibt, welche sich mittelst des Vertheilungsventils sehr gut ausführen lassen. Erreicht das Wasser den oberen Trogrand, so schliesst man die Admission und lässt den Dampf austreten. Nach etlichen Minuten Ruhe wird der Tisch gehoben, das bedeckende Wasser fliesst in eines der Dekantirbassins und der aufsteigende Kohlenkuchen wird durch die Abstreichvorrichtung nach den verschiedenen Schichten abgezogen und in Waggons gestürzt. Die Steine entfernt man erst nach mehreren Operationen.

In Givors auf dem Hochofen- und Stahlwerk der Gesellschaft Petin-Gaudet werden die so gewaschenen Kohlen zum grössten Theil direkt in die Cokesöfen geladen.

§ 563. Ausser der Aufbereitung greift auch noch die Agglomeration zu Steinen oder Briquettes Platz und mit besonderer Vorliebe bei schwer vercokbaren gasarmen Klarkohlen und Schlämmen.

Das Princip der besonders im Bezirk von St. Etienne, dem von Charleroi, dann zu Neu-Laurweg bei Kohlscheid u. s. f. eingeführten und ausgebildeten Agglomerationsarbeiten besteht darin, die gleichmässig zerkleinerte und getrocknete Kohle mit dem von den Theerdestillationen herrührenden künstlichen Asphalt (brai sec) zu mischen unter Anwendung von Dampf zu malaxiren und daraus dann in Pressen mit rotirendem Formtisch Steine zu pressen. Diese Steine in heisser Luft getrocknet sind ziemlich haltbar und lassen sich ähnlich wie Fettkohlen zu Flammenfeuerung, auch selbst zur Gasfeuerung gebrauchen. Die Briquettes aus ganz anthracitischen Kohlen sind schwierig so zu fabriciren, dass nicht bei der Verbrennung derselben durch Decrepitation der eingeschlossenen Anthracite ein Zerfallen des Kohlenziegels vor vollkommener Verbrennung aller Bestandtheile eintritt. Bäckt dagegen die Kohle nur etwas, so liegt der Fall ganz anders und man beobachtet das vollkommene Abbrennen in Stücken. Es ist desshalb möglich, dass Mischungen von ganz anthracitischen und von schwach sinternden Kohlen sich besser briquettiren als die ersteren allein, d. h. für sich mit Asphalt.

§ 564. Für den Eisenhütten-Techniker hat die Briquettungsfrage nur ein geringes Interesse; sie liegt wesentlich im Gebiet des Kohlenbergbaues, der versuchen muss, alle seine Produkte in möglichst gut verwerthbarer Form dem Markt zu überliefern.

Ueber diese Frage sind viele Studien gemacht worden, unter denen eine Arbeit von A. Habets in Lüttich (de l'agglomération des combustibles, Revue universelle Paris-Liège 1870) in erster Stelle zu nennen ist.

In Südfrankreich sind es besonders die Eisenbahnverwaltungen gewesen, welche ein Interesse an der Frage genommen — die Lyon-Mittelmeerbahn besitzt selber Agglomerations-Ateliers — um ein billiges und energisch wirkendes Brennmaterial für die Locomotiven zu erlangen. Sehr bedeutend sind die Anlagen der Kohlengruben-Gesellschaft von St. Etienne zu Méons, welche seit 1874 funktioniren, nachdem die Verlegung der alten von Marsais zu Givors betriebenen Fabrik der Gesellschaft vollendet worden war.

Die dortigen Briquettes mit $4^1/_2/_{00}$ Bitumengehalt, verlangen im Ganzen $7/_{00}$ Kohlenverbrauch für Schmelzöfen und Kessel. In zehn Stunden werden 52—55000 Kilos producirt, d. h. 7428—7857 Stück à 7 Kilos.

Der Ersatz des brai sec durch andere bindende Stoffe, z. B. Pflanzenschleim aus Flechten und Moosen bereitet, Papiermasse etc. ist verschiedentlich vorgeschlagen und auch versucht worden. Die Briquettes sollten dadurch etwas fester werden und im Feuer länger stückig bleiben. Die Kostenverminderung muss aber doch nicht ganz den Erwartungen der Erfinder entsprochen haben, denn den Versuchen ist eine weitere Ausdehnung nicht gegeben worden.

Von den Cokes.

§ 565. Wie die Holzkohle zu dem Holze, verhalten sich die Cokes zu der Steinkohle. Rückstände der trockenen Destillation, bilden sich bei der Leuchtgas-Fabrikation und geben bereits ein zu metallurgischen Processen ganz geeignetes Brennmaterial von intensiver Wirkung.

Die trockene Destillation der Steinkohlen verläuft insofern anders wie die im § 469 übersichtlich geschilderte trockene Destillation des Holzes — als der Rückstand quantitativ bedeutender ist die flüchtigen Produkte im umgekehrten Verhältniss zurücktreten und die Zusammensetzung der Destillate eine andere wird.

Die letzteren enthalten zwar auch Theer, Theerwasser und Gase, doch besteht der Theer mehr aus Benzol, Naphtalin und Anthracen, sowie noch verdichteteren Atomgruppen — in dem Theerwasser dominirt das Ammoniak, in den Gasen sind die Kohlenwasserstoffe vorwiegend.*)

§ 566. Für den Verlauf des Destillationsprocesses bei verschiedener Temperatur gilt eben falls das (S. 205) Gesagte, wonach bei hoher Temperatur sich mehr permanente Gase bilden und sich wieder zerlegen. Findet diese Zerlegung, innerhalb des die Kohlen einschliessenden Raumes oder gar innerhalb der Kohlenmasse selbst statt, so wächst die Grösse des Rückstandes, d. h. das Ausbringen.

Rücksichtlich der Beschaffenheit des Rückstandes ist zu bemerken, dass nicht bei allen Kohlenarten die hohe Temperatur angenehm ist, sobald keine Vorkehrungen gegen das starke Aufblähen der Kohlen bei dieser Temperatur getroffen werden.

Die Quantitäten der Destillate und Rückstände sind bei der Beschreibung der typischen Kohlenarten angegeben worden.

Die Cokesfabrikation geschieht in zweierlei Weise:

Unter Vernachlässigung der Destillate.
Unter Gewinnung der Destillate.

Hierzu ist zu bemerken, dass beide Methoden vorwiegend in geschlossenen Apparaten oder Oefen stattfinden, während Meilerhaufen und Stadeln nur ausnahmsweise angewandt worden sind oder noch angewandt werden.

Die Gewinnung der Destillate im Anschluss an die Cokesfabrikation bedient sich natürlich ausschliesslich der Oefen oder geschlossenen Apparate.

Von der Cokerei ohne Gewinnung der Destillate.

§ 567. Erhitzt man Steinkohle in zugedecktem irdenem Tiegel in einer rothglühenden Muffel oder im Porzellantiegel über einer Gasflamme, so entweichen nach geschehener Erwärmung des Gefässes flüchtige Produkte, welche am Deckelrand entweichend, mit leuchtender Flamme brennen. Nimmt man nach beendetem Abflammen die Tiegel aus der Muffel oder beziehungsweise von der Flamme fort und lässt sie geschlossen erkalten, so erhält man Cokes.

*) Nach den in der schon früher angezogenen chemischen technischen Technologie von Julius Post (Berlin 1877) befindlichen Zusammenstellungen von Wagner bilden sich (S. 106) bei der Steinkohlendestillation nachstehende unterscheidbare Verbindungen:

a. Gase und Dämpfe.

Leuchtend brennende Gase.

Acetylen	$C_2 H_2$
Aethylen	$C_2 H_4$
Propylen	$C_3 H_6$
Butylen	$C_4 H_8$

Leuchtend brennende Dämpfe.

Benzol	$C_6 H_6$
Styrolen	$C_8 H_8$
Naphtalin	$C_{10} H_8$
Acenaphten	$C_{12} H_{10}$
Fluoren	$C_{13} H_{10}$
Propan	$C_3 H_8$
Butan	$C_4 H_{10}$

Nicht leuchtend brennende Gase.

Wasserstoff	H_2
Methan	CH_4
Kohlenoxyd	CO

Unreinigkeiten des Leuchtgases.

Kohlensäure	CO_2
Ammoniak	NH_3
Cyan	CN
Rhodan	CNS
Schwefelwasserstoff	SH_2
Schwefelkohlenwasserstoff	—
Schwefelkohlenstoff	CS_2
Stickstoff	N_2

b. Theer.

Flüssige Kohlenwasserstoffe.

Benzol	$C_6 H_6$
Toluol	$C_6 H_5 CH_3$
Xylol (3 Isomere)	$C_6 H_4 (CH_3)_2$
Pseudocumol (3 Isomere)	$C_6 H_3 (CH_3)_3$
Cymol (und Isomere)	$C_{10} H_{14}$
Propan	$C_3 H_8$
Butan (und Isomere)	$C_4 H_{10}$

Feste Kohlenwasserstoffe.

Naphtalin	$C_{10} H_8$
Acetylnaphtalin	$C_{12} H_{10}$
Diphenyl	$\begin{cases} C_6 H_5 \\ C_6 H_5 \end{cases}$

Feste Kohlenwasserstoffe. (Fortsetzung).

Fluoren	$C_{13} H_{10}$
Anthracen, Phenanthren	$C_{14} H_{10}$
Methylanthracen	$C_{14} H_9 CH_3$
Pyren	$C_{16} H_{10}$
Chrysen	$C_{18} H_{12}$
Retan	$C_{18} H_{18}$

Säuren und Aether.

Phenol	$C_6 H_5 OH$
Kresol (3 Isomere)	$C_6 H_4 CH_3 OH$
Phlorol	$C_8 H_{10} O$
Rosolsäure	$C_{20} H_{16} O_3$
Dioxybenzol (3 Isomere)	$C_6 H_4 (OH_2)$
Kreosot, bestehend aus den drei homologenen Körpern	$\begin{cases} C_7 H_8 O_2 \\ C_8 H_{10} O_2 \\ C_9 H_{12} O_2 \end{cases}$
Methyläther des Dioxybenzols und damit homologe Säuren.	

Basen.

Pyridin	$C_8 H_5 N$
Anilin	$C_6 H_5 NH_2$
Picolin	$C_6 H_7 N$
Lutidin	$C_7 H_9 N$
Collidin	$C_8 H_{11} N$
Leukolin	$C_9 H_7 N$
Parvolin	$C_9 H_{13} N$
Acridin	$C_{12} H_9 N$
Corindin	$C_{10} H_{15} N$
Rubidin	$C_{11} H_{17} N$
Viridin	$C_{12} H_{19} N$

c. Ammoniakwasser.

Ammoncarbonat	$CO (OHH_4)_2$
Ammonsulfhydrat	$SN (NH_4)$
Ammonchlorid	$NH_4 Cl$
Ammoncyanid	$NH_4 CN$
Ammonrhodanid	$NH_4 SCN$

d. Cokes

mit 5–10/00 Schwefeleisen und erdigen Bestandtheilen.

Die Ausführung dieses Processes ist im Grossen nicht in gleicher Weise möglich, sondern erfordert entweder das Einfüllen der rohen Kohlen in einen glühenden Raum — oder das Entzünden und partielle Verbrennen der in einen kalten Ofen eingetragenen.

Das letztere Verfahren ist das einfachere und ältere, das ersterwähnte dagegen das neueste. Man bezeichnet in den Lehrbüchern das Erste auch als Vercokung mit Luftzutritt, das Letztere als Vercokung ohne Luftzutritt. Dieser Unterschied, den selbst neuere Autoren noch machen, ist kaum mehr nöthig, da die erstgenannten Apparate mit sehr seltenen Ausnahmen nicht mehr gebaut werden.

Fig. 48.

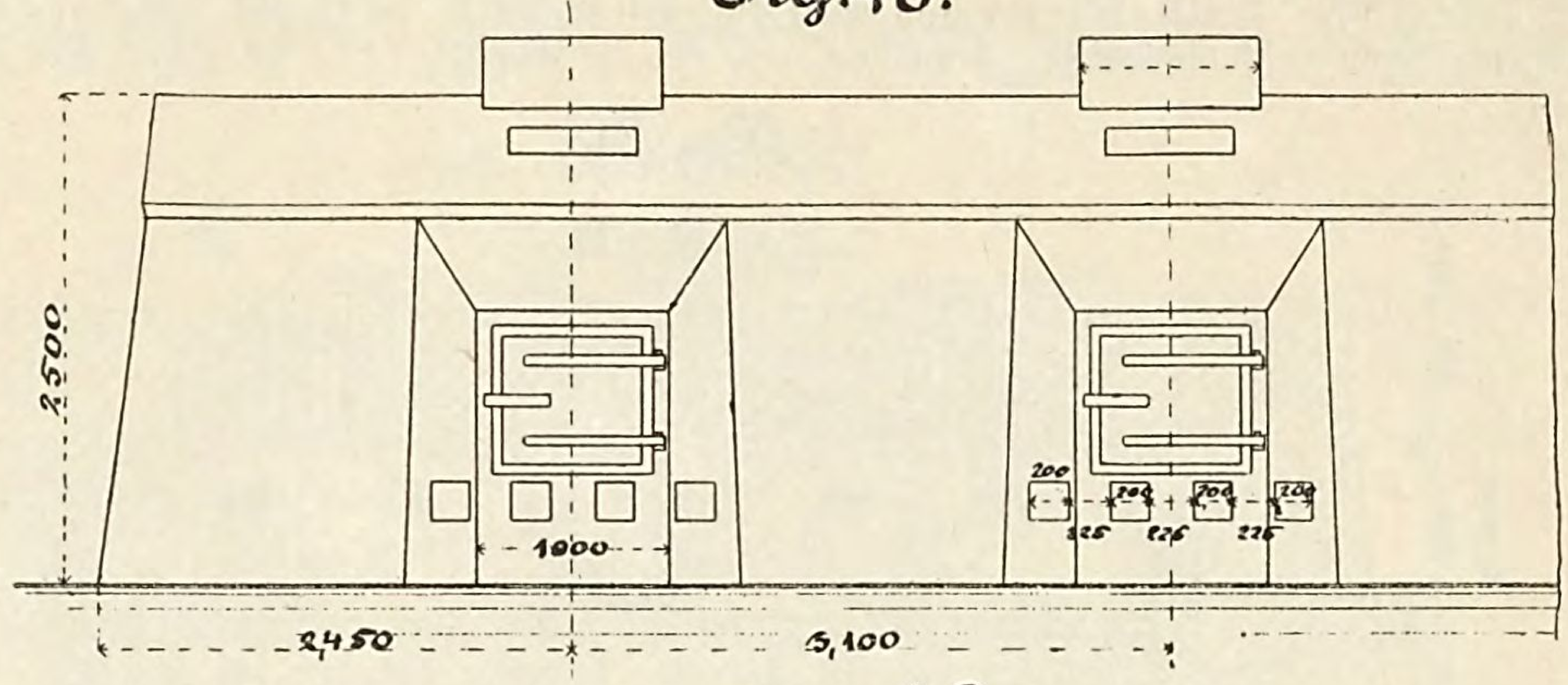
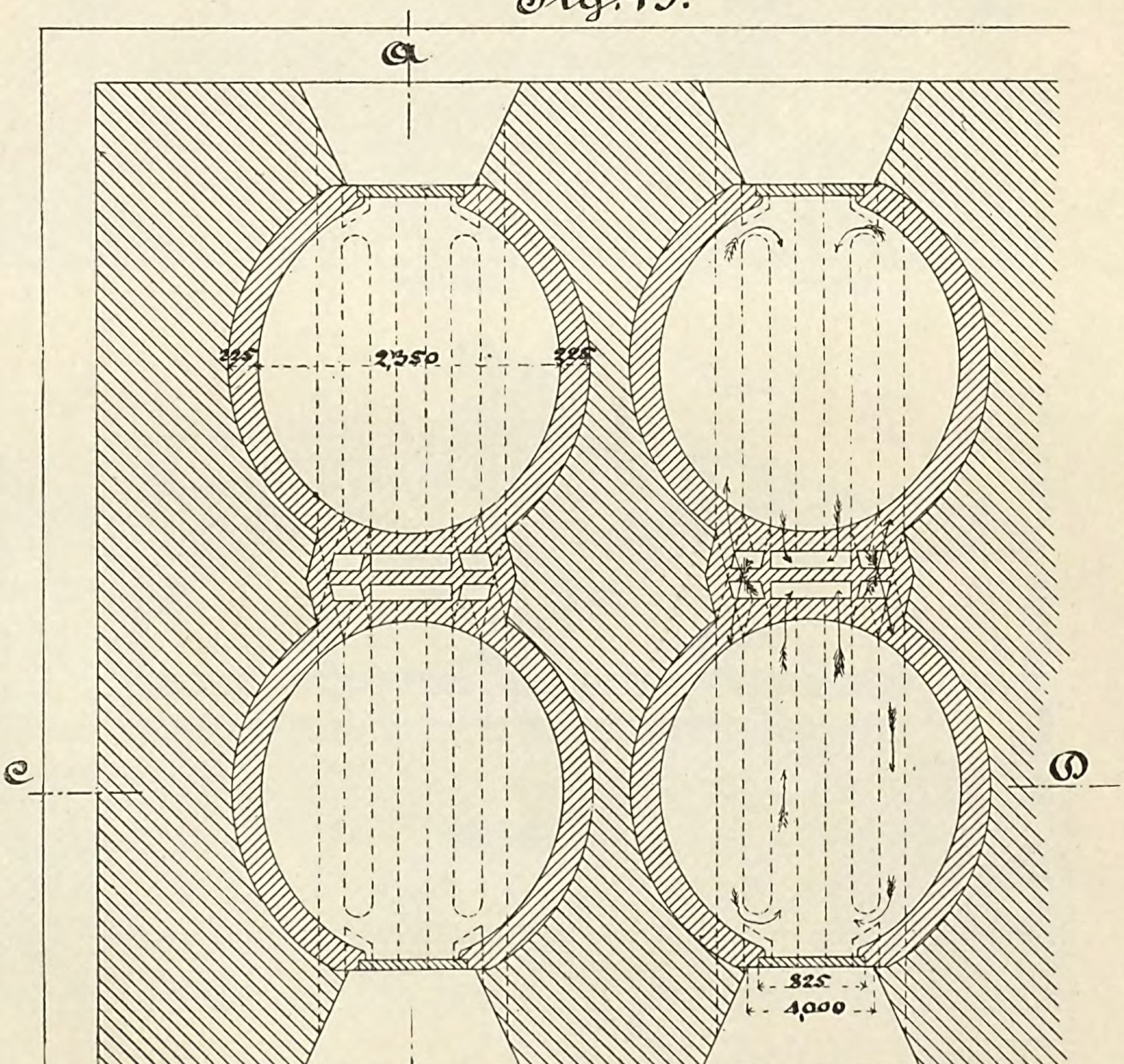


Fig. 49.



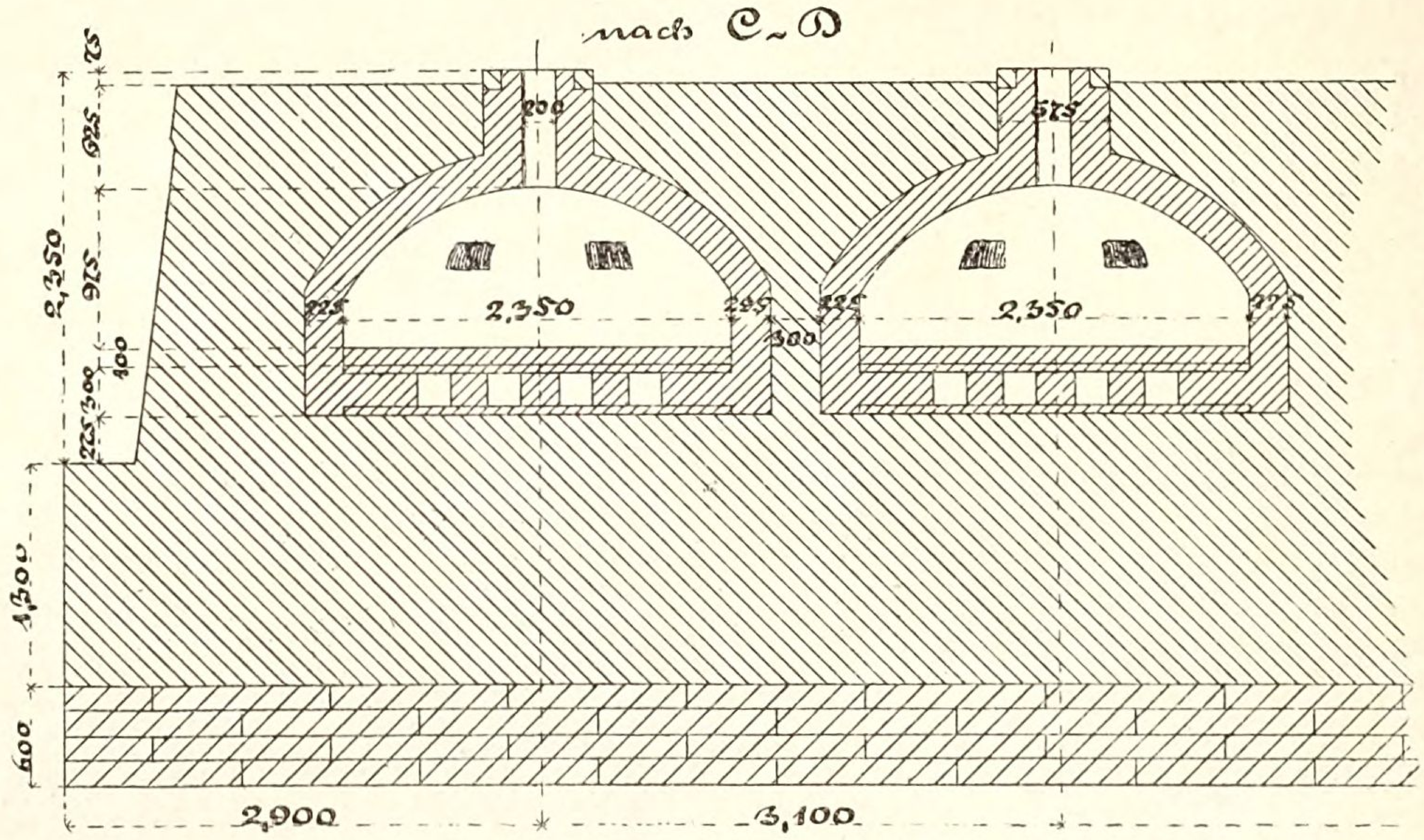
§ 568. Die constructive Entwicklung war folgende: Nachdem man, den Holzkohlenmeiler nachahmend, Decennien hindurch Cokes in Meilern dargestellt und bei den gasreichen Sandkohlen am Längsten in dieser Richtung verharrt hatte (Ober-Schlesien z. B.) ging man zu backofenartigen Apparaten über, von welchen die älteren Lehrbücher der Eisenhüttenkunde ausreichende Details geben.

In diesen Oefen wurden die Kohlen eingeworfen und mittelst untergelegter Reiserwellen entzündet. Nach erfolgtem vollkommenen Anbrennen wurde jeder Luftzutritt gehemmt bis auf einzelne Löcher in der Thür, die gleichzeitig als Visire dienten. Durch Oeffnen resp. Zukleben dieser Löcher regulirte man die Verbrennung der Gase und den Fortgang der Vercokung. Nach be-

endetem Process löste man die Thür und zog die Cokes mit einem sehr schwerfälligen Geräth, einem langen Haken stückweise heraus. Bei dieser Operation kühlte der Ofen beträchtlich ab und nicht immer entzündete sich die nun eingeworfene Charge ohne jede Nachhülfe.

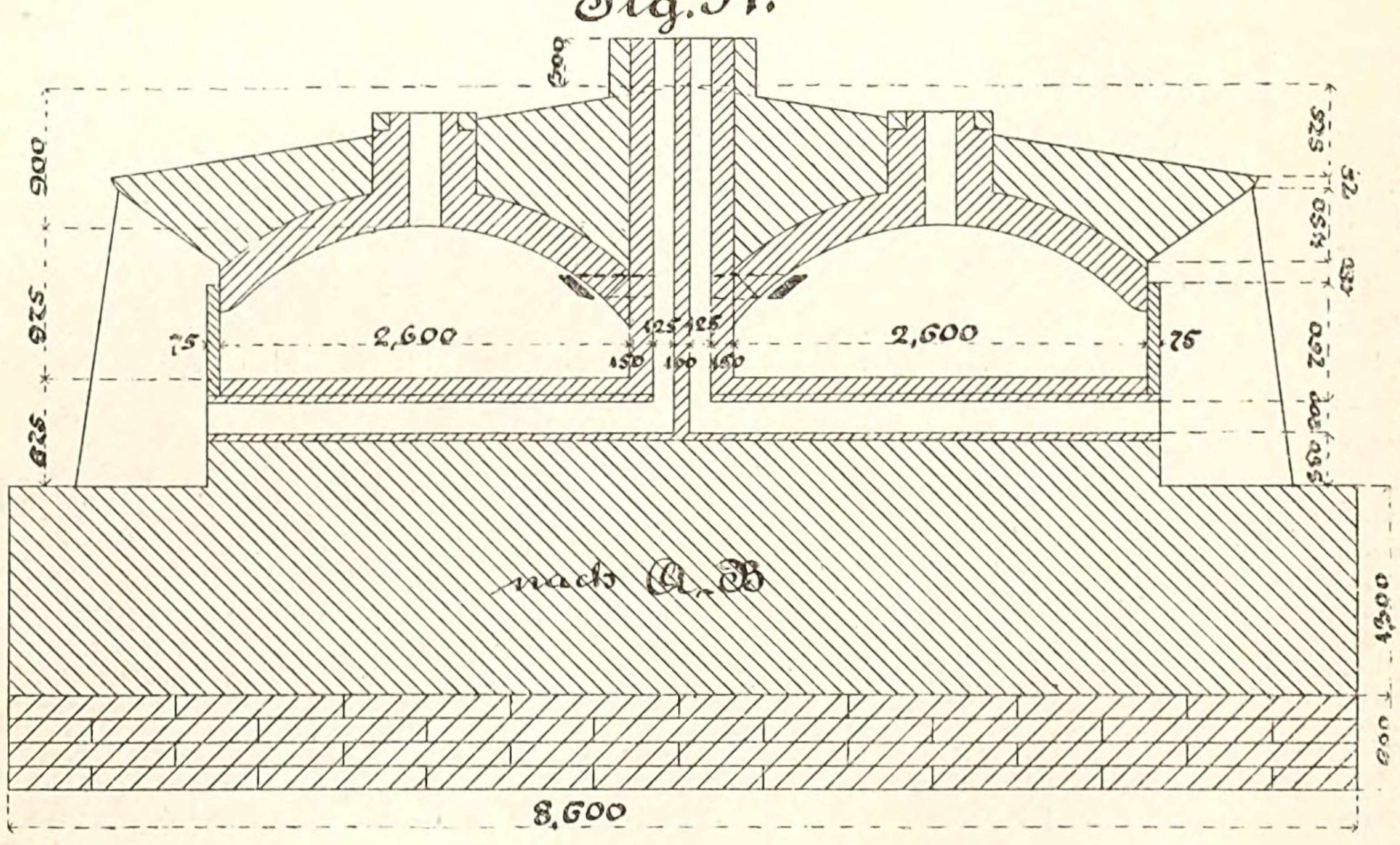
§ 569. Die Belgier waren wohl die ersten, welche im Bezirk von Mons derartige Backöfen mit gegenseitigen Sohlenheizungen versahen, wie dies in den Fig. 48—51 angedeutet ist. In einem längeren Massiv sind zwei Reihen Oefen, mit der Rückseite gegen einander stossend, angeordnet. Zwischen je zwei Oefen der beiden Reihen sind Essen und Canäle vorhanden, welche erlauben, die im Gewölbe abziehenden Gase eines Ofens unter die Sohle des anderen zu leiten, wenn derselbe entleert ist und wieder besetzt werden soll.

Fig. 50.



Ausser diesen in jedem Ofen an der Rückseite doppelt vorhandenen Gasabzügen ist im Scheitel jedes Gewölbes eine schlotartige Oeffnung vorhanden, welche zum Aufgeben benutzt werden konnte, da sie nur wenig aus dem geneigten Dach des ganzen Massivs hervorragt und da es ein Leichtes gewesen, diese Oeffnungen durch einen Schienenweg zu verbinden. Schon damals versah man das Innere der Oefen mit einem feuerfesten Futter, da man die grosse mit der Vercokung sich entwickelnde Hitze kennen gelernt hatte.

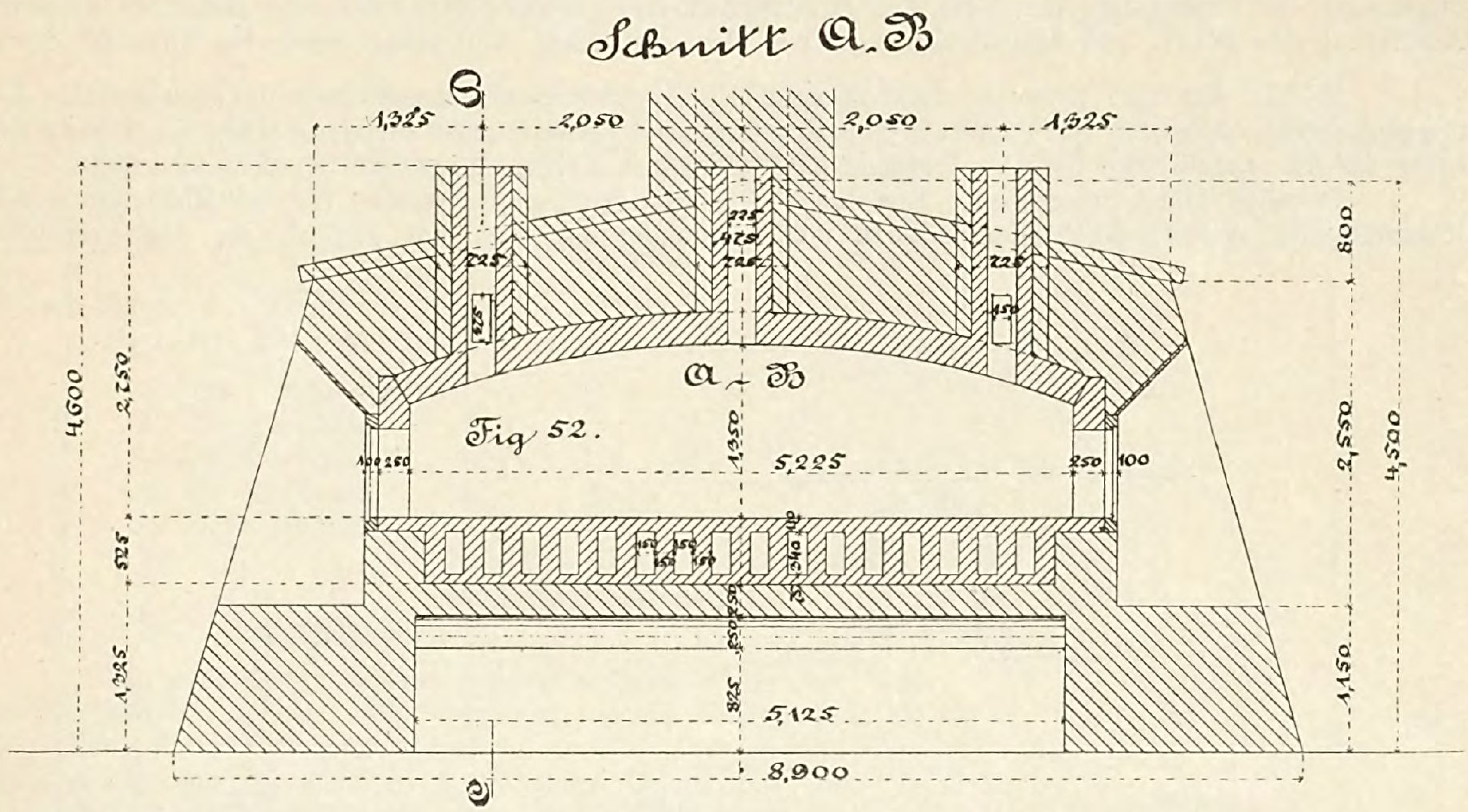
Fig. 51.

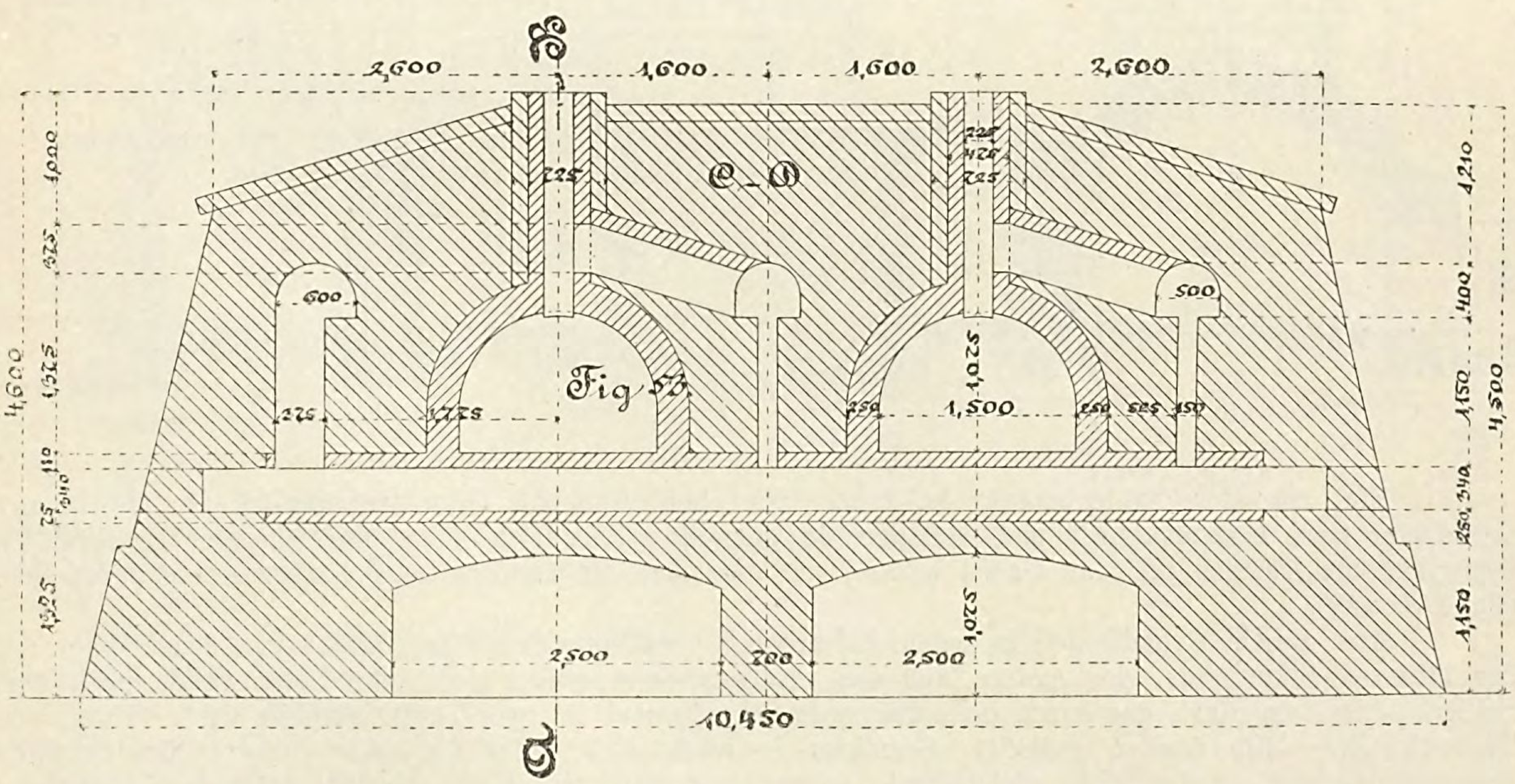


Derartige Oefen wurden auch sehr viel dazu benutzt, um Dampfkessel zu heizen, welche man in der Axe des ganzen Massivs über den Oefen unterbrachte (gewöhnlich 2—3 grosse Walzenkessel hintereinander) und mit den Abzügen in Verbindung setzte. Die Heizung war keine besonders glückliche, die Erwärmung eine zu ungleiche, um gute Resultate zu geben. Die weiter unten als heute noch

bestehenden Beispiele solcher Oefen abgebildeten Durhamer Backöfen mit Kesseln haben nur den Dampf für den Grubenbetrieb zu geben, nicht wie s. Z. in Seraing, Königshütte u. a. a. O. den Dampf für Hochofengebläse.

§ 570. Aus den paarweise angeordneten Reihen runder Oefen gingen die das ganze Massiv durchbrechenden länglichen Oefen hervor, bei welchen nach dem Vorgang der Backöfen eine mehr oder





weniger vollkommene Sohlen- resp. Wandheizung ebenfalls eingerichtet wurde. Das Kuppelgewölbe wurde zu einem anfangs leicht bombirten Tonnengewölbe, das später bei Verschmälerung der Ofenräume diese Längswölbung verlor und gerade wurde.

Ein leicht verständliches Beispiel bieten die Fig. 52 und 53, welche auch andeuten, dass stets zwei Oefen in einem Massiv gelegen haben, oder Gase eine gemeinschaftliche Sohlenheizung alimentirten.

Jeder dieser „Retortenräume" hat drei Kamine, von denen die beiden äusseren Gasabzüge nach der Sohle hatten. Welcher von den drei zum Aufgeben benutzt wurde, ist nicht ersichtlich —

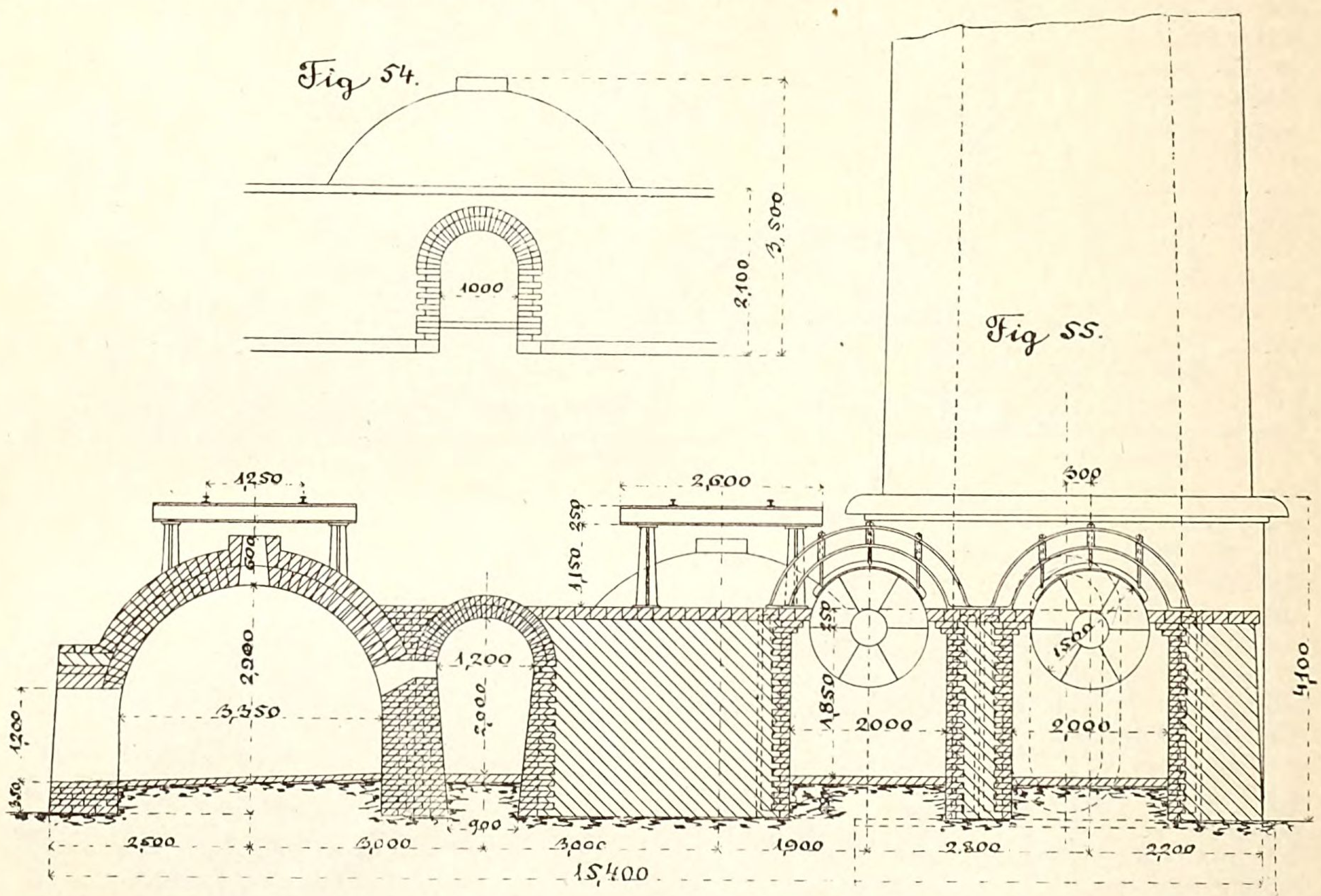
vielleicht alle drei.*) Die Sohle wird von 16 Canälen à 150 mm Breite und 340 mm Höhe unterfahren, die sich auf 5,225 m Länge des eigentlichen Ofenraums vertheilen.

Seitenheizung findet sich bei diesen alten Apparaten noch nicht vor. Die aus compakten Fundamenten aufsteigende Bodenfeuchtigkeit wird Veranlassung gewesen sein, zunächst an die Sohlenheizung zu denken und Weiteres vorläufig zu unterlassen.

Der sonstige Bau dieser Apparate bot nichts Besonderes dar und sind dieselben heute lediglich interessant als Uebergänge der Backöfen zu den durchgehenden Retorten, die allein oft die volle Ausbildung der Wand- und Sohlenheizung, so wie die mechanische Entleerung verbreiten konnten.

§ 571. Auf Taf. V ist ein durch Sorgfalt in Anordnung und Ausführung der Construktion bemerkenswerther Cokesofen von Pauwels & Dubochet wiedergegeben, der zur Herstellung von Locomotivcokes für die französische Ostbahn bestimmt, Saarbrücker Kohlen hauptsächlich verwenden sollte.

Derselbe bildet in gewisser Beziehung ebenfalls den Ausgangspunkt für die Einrichtung von Horizontalöfen mit durchgehender Retorte und Benutzung der Gase zur Beförderung des Processes.



Eine besondere Sohlenheizung ist dabei vorgesehen, weil der Ofen ursprünglich zur Gewinnung theerfreier Gase benutzt wurde und weil man in damaliger Zeit noch keine hinreichenden Erfahrungen bezüglich der Ausgiebigkeit an Gasen besass, um derselben die Unterhaltung des Processes zuzutrauen (siehe S. 249).

Aus diesem Grunde sind in jedem Ofenraume auch nur zwei Gasabzüge, von denen einer auf der hinteren Seite links, der andere auf der vorderen Seite rechts durch die Seitenwände nach dem Sohlencanalsystem führt, das durch eine diagonale Scheidewand in zwei Theile getheilt wird. Unter den Thürschwellen fällt der so getheilte Gasstrom in zwei noch tiefer liegende Abzüge, die ebenfalls diagonal angelegt, in der Mitte gleichförmig zusammenstossen, wobei sie aber bis zu ihrer Vereinigung eine geringe Neigung haben, um etwaige Condensationsprodukte abzuleiten.

Wo die beiden Zweige des unteren Canals zusammenstossen, wird nochmals Luft zugeführt (was auch schon beim Einfallen in die erste Bodencanalsohle stattfindet) um die Verbrennung vollständig zu machen und dann lässt man die Gase in den noch tiefer liegenden gemeinschaftlichen Sammelcanal treten, der dieselben nach Aussen führt.

*) Die Projektion des Profils *c d* (Fig. 53) ist insofern nicht ganz richtig, als das obere Massiv bis an die Scheitellinie schraffirt ist, als wäre es durchbrochen.

Die Reservefeuerung liegt auf der Rückseite und wirkt gemeinsam mit den Gasen der hinten links befindlichen einen Abzugsöffnung, während die Gase der Vorderseite, die rechts abziehen ohne den Einfluss der Reservefeuerung den Sammelcanal erreichen. Dadurch wird das Gleichgewicht entschieden zu Gunsten der Rückseite verschoben, wenn man nicht annehmen will, dass die freiere ungeschütztere Lage der Rückseite diese Verschiedenheit etwas ausgleicht.

§ 572. Die Ofengrösse ist durch folgende Dimensionen bestimmt. Die Grundfläche, schwach trapezoïdal, ist hinten 1,900 m, vorn 2,040 m breit, bei einer Totallänge von 7,5 m, während die geraden Wände 1,0 m hoch sind. Daraus berechnet sich ein Raum von $\frac{1,900-2,040}{2} \times 7,5$ oder 14,775 cbm, ungerechnet den oberen gewölbten Raum des Ofens.

Es geben die Figuren:

1. den Längenschnitt,
2. die Grundrisse,
3. die Vorderseite,
4. die Rückseite,
5. einen Querschnitt durch den Füllschacht,
6. „ „ durch die vorderen Canalenden,
7. „ „ durch den Hülfsrost,
8. „ Längsschnitt „ „ „

Die vollständige Ausstattung des Apparats mit allem vervollständigenden Zubehör lässt erkennen, welche Sorgfalt auf die Herstellung dieser Cokesöfen verwendet wurde. Es bietet sich bei Besprechung von Einzelheiten noch später Gelegenheit, auf die Dubochet-Pauwels'schen Einrichtungen zurückzukommen.

§ 573. Von der schon angedeuteten Verbindung von Cokesöfen älterer Form mit Dampfkesseln giebt u. A.:

Fig. 54 Ansicht einer Ofenthür,
„ 55 Querschnitt durch Oefen und Kesselanlage,
„ 56 Schornsteinskizze,
„ 57 Skizze des Grundrisses (in halber Grösse der übrigen Figuren)

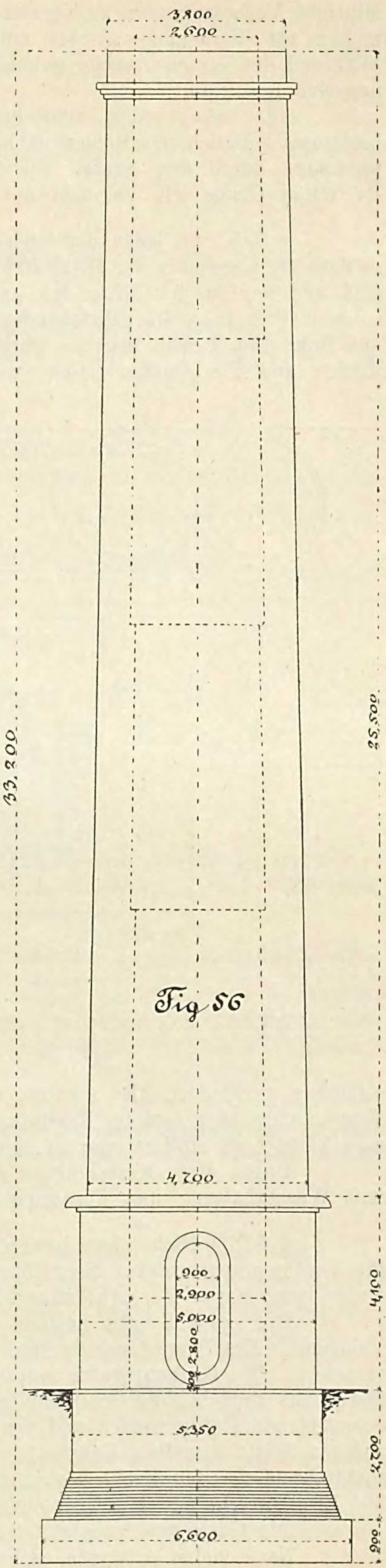
einen ungefähren Begriff.

Diese Anlage, welche noch heute besteht und betrieben wird, steht in grellem Contrast zu allen Neuerungen auf diesem Gebiet, wobei indessen nicht zu vergessen ist, dass der erzeugte Dampf nur für den Betrieb der Bergwerksmaschinen verwendet wird.

Bei Cokesofenanlagen auf Hüttenwerken wird der Gasüberschuss des Vercokungsprocesses zu den mit Hochofengasen vorzugsweise gespeisten Kesseln geleitet und liefert noch beträchtliche Effekte.

Die hier angeführte und abgebildete Anlage ist der Gegenstand einer Mittheilung Steavensons auf dem Meeting des Iron and Steel Institute zu Newcastle gewesen, aus welcher die nachstehenden Notizen weiteres Interesse beanspruchen (cf. Journal of the Iron and Steel Institute 1877. S. 403):

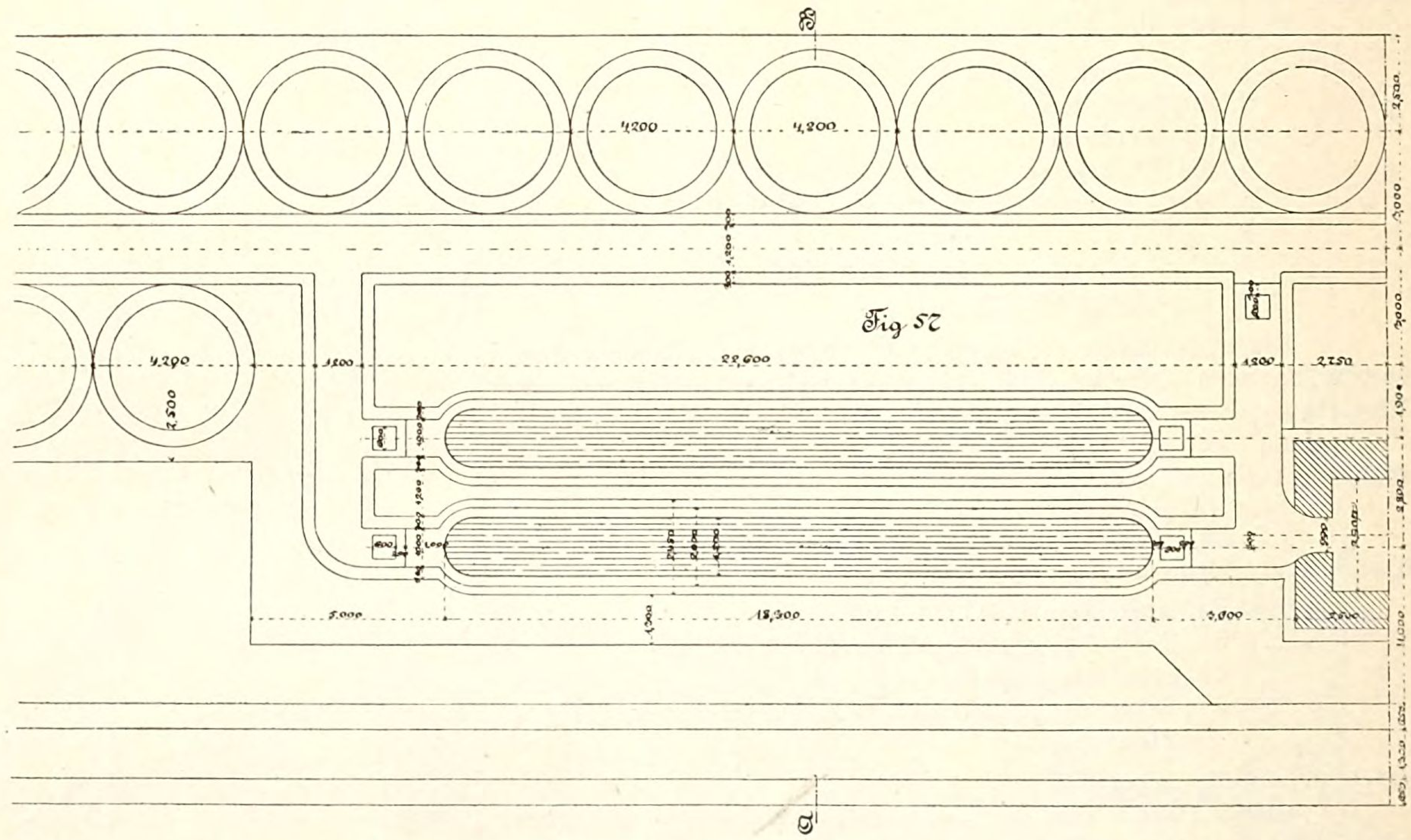
§ 574. Seit über zwanzig Jahren hatte sich im Bereich des Kohlenfeldes von Süd-Durham, welchem die hier beschriebene Anlage angehört, das Bestreben gefunden, durch Anlage von weiten Abzügen und von Essen den Zug der Oefen zu regeln, stetiger zu machen und die früher constatirten Beschädigungen durch den Rauch zu verhindern. Dieses Bestreben hatte etwa $3/_{00}$ Mehrausbeute an Cokes gegeben, so dass man geneigt war, auch in anderer



Hinsicht Verbesserungen zu versuchen, namentlich bezüglich des Waschens unreinerer Partieen (welche früher zur Vercokung absolut untauglich waren) und der Gewinnung von Theer und Ammoniak. Während die Waschversuche gelangen, ergaben alle in der letzten Hinsicht gemachten Anstrengungen negative Resultate.

Die Cokes waren schlechter, trugen nicht mehr so viel im Hochofen und, da die Cokesbereitung lediglich des Hochofens halber betrieben wird, so war der Vortheil der Gewinnung an Nebenprodukten durch den Ausfall bei der Roheisenfabrikation compensirt. Man gab wenigstens auf der Browney-Grube alle Versuche auf und erbaute die hier abgebildete Anlage.

§ 575. An jeden der beiden 116 Fuss hohen Kamine (Fig. 56) sind etwa 100 Oefen angehängt, so dass die Kamine in der Mitte stehen und dass die Oefen zum grossen Theil in zwei Reihen angeordnet sind und nur in der Mitte der ganzen Anlage 14 Oefen der einen Reihe den Kesseln Platz machen müssen (Fig. 57). Die abziehenden Gase speisen vier gewöhnliche Walzenkessel, die paarweise rechts und links vom Kamin liegen. Durch möglichstes Dichthalten der schmalen in den Kaminfuss führenden Füchse und des Kamins selber, wird jede die vollkommene Verbrennung der Gase hindernde Luftein-



strömung verhindert. Es scheint, nach dem Wortlaut der Mittheilung, als wenn die Vollendung der Verbrennung aber erst im Kaminfuss stattfände. Man hat den Beweis dieser Annahme geführt, indem man kalte Luft einliess, worauf sofort an der Essenmündung Rauch sich zeigte.

Durch diese Kesselanlage wird der Betrieb eines 100 Fathoms = ca. 400 m tiefen Schachtes (mit Wasserhaltung und Förderung) bewirkt, der früher an 300 Tons Kohlen pro Woche verschlang.

§ 576. Nicht ohne Interesse ist die von Steavenson angestellte praktische Berechnung der für Verdampfungszwecke disponiblen, nothwendigen resp. verbrauchten Hitze, zu deren Ausführung einige interessante Versuche angestellt worden sind.

Der erste Schritt bestand in der Temperaturmessung der Gase und der Bestimmung ihres Volumens. Ein Paar der gedachten Kessel liegt an 50 Oefen, welche ca. 230 Tons Kohle in 84 Stunden vercoken. Die Gastemperatur wurde = 1500° F = 833,3° C gefunden, während zur Ermittlung des Gasvolums zunächst die Geschwindigkeit der Gase untersucht wurde. An einer Stelle des Canals wurde etwas Natrium eingeworfen und von da ab die Zeit bis zu dem Punkte gemessen, an welchem an einer anderen Stelle desselben Canals in einer durch ein Stück Kohle producirten Flamme sich das Natrium spektroscopisch oder direkt beobachten liess. Die Geschwindigkeit betrug 1187 Fuss pro Minute, also 361,79 m, welche mit dem Querschnitt des Canals 2,1052 qm multiplicirt, 761,65 cbm pro Minute ergeben.

Die Gasmenge berechnet Steavenson wie folgt:

Nach vielen Analysen enthalten die in 84 Stunden vercokten 230 Tons Kohle:

O . . .	=	15,3 Tons
C . . .	=	195,3 „
H . . .	=	10,3 „
N . . .	=	2,3 „
S . . .	=	1,4 „
Asche . .	=	5,4 „
Zusammen		230,0 Tons

während die festen Rückstände (60 $/_{00}$ Cokes) aus

C . . . = 132,7
Asche . . = 5,4 Tons bestehen.

In Gasform gehen mithin über:

62,6 Tons C und bilden $\frac{11}{3} \times 62,6 = 229,5$ Tons CO^2 mit 166,9 Tons O
10,3 „ H „ „ $9 \times 10,3 = 92,7$ „ H_2O „ 82,4 „ O
2,3 „ N welche bleiben
1,4 „ S und bilden $2 \times 1,4 = 2,8$ „ SO^2 „ 1,4 „ O
15,3 „ O welche von den nothwendigem Sauerstoffaufwand von 250,7 Tons O
abzuziehen sind, so dass nur 235,4 Tons in atmosphärischer Luft zugeführt zu werden brauchen. Es sind von Letzterer mithin $\frac{100}{231} \times 235,4 = 1019$ Tons ungefähr nothwendig (die Quelle sagt 1023,4 Tons), welche $\frac{76,9}{100} \times 1019 = 797,0$ Tons N enthalten, zu denen obige 2,3 Tons hinzutreten.

§ 577. Die Gasmasse, welche sich durch den Canal und die Esse schliesslich bewegt, besteht in

789,3 Tons N	$= \frac{789300}{1,257}$	= 627923,6	cbm
229,5 „ CO^2	$= \frac{229500}{1,966}$	= 116734,5	„
92,7 „ H_2O Dampf	$= \frac{92700}{0,806}$	= 11501,24	„
2,8 „ SO_2	$= \frac{2800}{2,907}$	= 963,09	„

Es sind mithin im Ganzen auf 0° Temperatur bezogen 757122,43 cbm Gasmasse vorhanden, die auf 833°,3 Cels erhitzt gedacht ca. $(1 + 0,0037) \times 833,3 \times 757122 = 3,090649$ cbm = ca. 110 Millionen Cubikfuss englisch, ergeben, während die Quelle 123,399000 Cubikfuss angiebt.

Auf eine Minute bezogen — ergeben 3,090649 cbm in 84 Stunden $\frac{3,090649}{5040}$ oder 613,22 cbm. Da die früher angestellten Geschwindigkeitsmessungen 761,65 cbm Gasgemisch pro Minute ergeben hatten, so ist anzunehmen, dass ein Luftüberschuss von 148,43 cbm pro Minute (bei 833°,3 Cels) durchgeht, also bei 0° $148,42 : 1 + 0,0037 \times 833,3 = 36,2$ cbm, welche ca. $22^1/_2 /_{00}$ der ursprünglich pro Minute erforderten (kalten) Luftmenge von $\frac{1019000}{1 . 257 \times 5040} = 160,84$ cbm ausmacht.

§ 578. Eine weitere Rechnung stellt Steavenson bezüglich der Wärmeverwendung an, nachdem eine Messung ergeben, dass die Temperatur der Gase hinter den Kesseln noch immer 750° = 416,6° Fahrenheit war. In Tonnen verdampftes Wasser umgerechnet, betrug:

die in den Kesseln benutzte Hitze . .	2,4 Tons
die durch den Kamin entwichene Hitze .	2,54 „
die durch Strahlung etc. verlorene Hitze	12,06 „
Zusammen	17,00 Tons per Stunde.

Trotz dieser scheinbar geringfügigen Leistung veranschlagt Steavenson die ganze hierdurch mögliche Kohlenersparniss der Cokes brennenden Zechen der Grafschaft Durham auf 300000 £ = 6,000,000 Mark.

In der folgenden Discussion wurde die Bemerkung gemacht, dass die Entziehung der Gase das Cokesausbringen schmälere und dass ein langsameres Vercoken die Qualität jederzeit bessere.

§ 579. Die ersten Oefen bei denen man die Abhitze der Gase in ausgiebigster Weise zur Förderung des Destillationsprocesses anwandte, wurden bei der Vercokung langflammiger, schwachbackender Kohlen verwendet. Die langflammigen Sandkohlen und ihre Uebergänge in die gasreicheren Sinterkohlen waren lange Zeit hindurch in Meilern vergast worden und in breiten Backöfen, gaben aber z. Th. sehr schlechte Cokes (cf. die oberschlesischen Werke 1862—63).

Wirkliche Fortschritte machte die Ofenvercokung erst, seit im Bezirk von Saarbrücken, gedrängt durch die Forderungen der lothringischen Hochofenwerke, wie auch der Eisenbahnen, die Vercokungsanstalten die energische Heizung der Oefen durch die eignen Gase einführten. Unter den damaligen Construktionen haben sich mehrere bis heute in stetem Gebrauch gehalten und verdanken dies zum grossen Theil dem anfänglich erstaunlichen Unterschied gegenüber dem Vorhandenen. Die Namen Appolt, Francois, Rexroth, Haldy, welche in der Cokesindustrie Ruf erlangten, gehören sämmtlich dem Bezirk von Saarbrücken an. Gleich zu Anfang dieses neuen Zustandes der Dinge traten die verschiedensten Ideen in der Ofenconstruktion auf und erlangten praktische Bedeutung.

Appolt ersann einen aus Gruppen schmaler und hoher Retortenräume bestehenden Apparat, während Francois, Rexroth und Haldy schmale horizontale Retorten und, wie oben erwähnt, Pauwels-Dubochet breite und niedrige durchgehende Vercokungsräume erfanden.

§ 580. Der Ofen von Appolt mit vertical gestellten Verkohlungsräumen lässt die Gase derselben in verschiedener Höhe der Schächte in einen die sämmtlich freistehenden nur durch Bindesteine gegenseitig consolidirte Retorten umgebenden Raum treten, wo sie durch regulirbare Luftströme entzündet und nach und nach verbrannt werden. Dadurch, dass alle Retorten in diesem feuererfüllten Hohlraum so zu sagen neben einander stehen, ist ihre Erhitzung eine sehr gleichmässige und die Vercokung kann bei fast vollkommenen Luftabschluss vor sich gehen, da die frisch aufgegebenen Kohlen sofort in hellglühende Räume fallen. Die verticale Stellung der Retorten, ihr rektangulärer, etwas flach gedrückter Horizontalquerschnitt, impliciren einerseits eine bedeutende Druckwirkung in der Kohlensäule, andrerseits eine starke Oberflächenentwicklung im Verhältniss zum Rauminhalt. Der eine dieser Umstände bedingt eine sehr energische Vercokung, während gleichzeitig jede hierbei etwa eintretende Aufblähung durch den Druck der Kohlensäule selber gehindert wird. Die Energie der Vercokung veranlasst sehr häufig eine Graphitausscheidung aus den Destillaten und selbst noch in den Zwischenräumen der Retorten, während die nachhaltige Durchheizung des Cokeskuchens ein starkes Schwinden und Verdichten der Masse verursacht.

§ 581. Der Appolt'sche Ofen, wie Taf. IV die Einrichtung zeigt, besteht aus einem Massiv von 7,120 m Breite und 11,960 m Länge, welches sich aufbaut aus einem rechtwinkligen Sockel von 2,550 m Höhe und einem pyramidalen Theil von 4,950 m Höhe. Die oberste Plattform hat 6,580 m Breite und 11,420 m Länge. In dem Massiv stehen isolirt, nur durch Binder gegenseitig, wie gegen die Aussenwände verstrebt, 18 Retorten, 4,950 m im Ganzen hoch mit einer Schüttzone von
0,875 m

so dass 4,075 m wirkliche wirksame Höhe bleiben.

Der Retorten-Grundriss ist oben 1100 × 330 = 0,363 qm
unten 1240 × 470 = 0,283 „

woraus sich das Mittel von 0,473 qm ableitet.

Der Cubikinhalt beträgt 4,95 × 0,473 oder 1,928 cbm, welchen an Oberfläche

$$\left(2 \times \frac{1100 + 1240}{2} + 2 \times \frac{330 + 470}{2}\right) \times 4{,}075 = 12{,}796\ M^2$$

gegenüberstehen, ohne Boden und Decke zu rechnen. Von dieser Fläche gehen als nicht direkt feuerberührt ab: 32 Binder à 125 mm im Quadrat, oder 15625 qmm, zusammen 0,5 qm, so dass immer noch 12,296 qm feuerberührte Fläche bleiben.

§ 582. Der Bau des Appolt-Ofens ist eine complicirte Aufgabe und erfordert grosse Sorgfalt. Wenn daher auch sein Resultat ein sehr sicheres ist, so haben die hohen Anlagekosten doch oftmals die Ausführung gehindert. Auch ist der Betrieb ziemlich beschwerlich, weil die Souterrains, in welche die Cokes stürzen, sich schlecht ventiliren lassen, die Hitze und der Staub mithin fast unerträglich werden.

Bei den später zu beschreibenden Gödecke-Bauer'schen Cokesöfen fällt dieser Mangel fort, weil der ganze Sockel durchbrochen und durch Eisenconstruktion ersetzt ist.

Der auf Taf. IV dargestellte Ofen zeigt in Fig. 1 die Halbansicht einer Schmalseite des Blockes — in Fig. 2 einen Schnitt nach der Verticalebene *A B* — in Fig. 3 einen Schnitt nach *C D*, d. h. durch die Gasabzüge der rechten Seite — in Fig. 4 einen Schnitt nach *E F* quer durch die Retorten — in Fig. 5 eine theilweise Längenansicht (wie Fig. 1) die Gerüstanlagen zur Bedienung der Visire veranschaulichend — in Fig. 6 einen halben Grundriss durch die obere Retorte und die oberen Gas- und Luftcanäle — endlich in Fig. 7 einen Grundriss am Boden der Retorten. Im Detailmaassstab $^1/_{10}$ sind Zargen und Zargendeckel für Absperrschieberöffnungen und Lufteinlässe, Schlüssellochröhre und Schlüssel für die Bodenbewegung der Retorte und Visirgarnituren verdeutlicht.

Dieser Ofen, welcher aus Jordan's Atlas de la Métallurgie du fer Taf. XI—XIII entnommen ist, lädt ausser 36 hl Aschen und Cokesstaub, um die Böden zu decken (2 hl pro Retorte) 24,000 Kilos Kohlen, die in je 24 Stunden vercokt sind und (Blanzy) 17,300 Kilos Cokes geben, d. h. etwa 72 /₀₀.

Die Kosten einer solchen Anlage betragen ca. 40,000 Mark und die Unterhaltungskosten sind ebenfalls nicht unerheblich.

§ 583. Ausser Appolt haben zur selben Zeit die Construkteure Pauwels und Dubochet zu Paris für den Saarbezirk und die demselben tributären französischen Bezirke verschiedene z. Th. originelle Constructionen ersonnen, von denen die eine auf Taf. V wiedergegeben wurde, weil sie in Betreff der Armatur und äusseren Ausstattung recht vollkommene und elegante Einrichtungen aufzuweisen hat.

Zu dem auf S. 244 und 245 Gesagten ist noch das Folgende zuzufügen:

Jordan, welcher in seinem Atlas de la Metallurgie du fer denselben Ofen auf Blatt IV abbildet, berichtet darüber, dass die Erfinder Pauwels und Dubochet, von der früheren Pariser Gascompagnie, bei der Construktion dieser Apparate die gleichzeitige Produktion von Gas und metallurgischem Cokes im Auge gehabt hätten. Die Gase wurden durch eine Rohrleitung im Scheitel des Gewölbes und zwischen den Aufgabebahnen abgezogen (ein Aspirator stellte in der Leitung einen der Atmosphäre entsprechenden Druck her) und nach Reinigungs- und Condensationsapparaten geleitet. Das Ausdrücken der Cokes geschah mit Hülfe einer mit Vorgelege- und Räderübersetzung versehenen von der Hand bewegten Zahnstange. Die Charge betrug 4—6000 Kilos Kohle, welche 72 Stunden lang gebrannt wurden; man verbrannte auf dem Rost 6 hl Retortencokes pro Tonne entgaster Kohlen, welche 66—67/₀₀ Cokes gab.

Zu La Villette (Paris) waren 4 Batterien mit zusammen 56 Oefen und 4 Ausdrückmaschinen im Betrieb. Der Cokeskuchen wurde zwischen Mauern geschoben, wo er abgelöscht und mit Cokeslösche bedeckt wurde, die man auch noch mit Wasser überbrauste, um sie besser zu verdichten. Dieses „Ersticken“ dauert 24 Stunden und liefert einen harten, glänzenden und klingenden Cokes, von guter metallurgischer Beschaffenheit und ohne sogenannte schwarze Füsse.

Für die französische Ostbahn bei dem Ofen Taf. V wurde der Gasabzug fortgelassen, während Knab, der Vorläufer von Carvés, die Gase, nachdem sie die Condensations- und Reinigungsapparate durchlaufen hatten, wieder in die Wand- resp. Sohlencanäle des Ofens führte und dort verbrannte.

§ 584. Ausser diesem Ofen hat Dubochet noch einen anderen Ofen construirt, welcher einige Zeit auf der de Wendel'schen Cokerei zu Sulzbach bei Saarbrücken im Betrieb war und welcher durch eine Aufnahme in den Zeichnungen der Hütte, sowie in verschiedenen französischen und deutschen Quellen bekannt geworden ist.

In zwei übereinanderliegenden Mauerterrassen waren schrägliegende Retortenräume einander correspondirend angebracht, so dass man den Inhalt des oberen Raumes in den davor aber tiefer liegenden unteren Raum gleiten lassen konnte.

Im oberen Raum wurde vercokt, im unteren Raum wurden die Cokes abkühlen gelassen — ein Verfahren, welches zur Verdichtung der Cokes wesentlich beitragen muss, da man es in etwas modificirter Form vor einer Reihe der gewöhnlichen Francois und Rexroth'schen Oefen auf derselben Cokerei bei Sulzbach angewendet hat.

§ 585. Diese verschiedenen von Dubochet ausgehenden Constructionen machten sehr bald anderen einfacheren und dabei doch hinreichend wirksamen Horizontalöfen Platz, bei welchen man sowohl die Wand als auch den Boden der Retorten durch Gasführungen erhitzte und gleichzeitig eine gewisse gegenseitige Einwirkung der Oefen unter einander herstellte.

Es bildeten sich zweierlei Systeme aus, je nachdem man die Canäle in den Wänden horizontal circuliren liess, oder einfach vertical herabführte — immer war nur die eine Wand mit den Abzügen eines Ofens besetzt, während die andere Wand vom nächsten Ofen aus befeuert wurde; dabei heizte jeder Ofen seine Sohle.

Nach einem Vortrag von Rheingruber im Pfalz-Saarbrückener Bezirks-Verein deutscher Ingenieure (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 19. S. 551) ist der Ofen mit Horizontalzügen dem Cokereibesitzer Haldy zu verdanken, während der Ofen mit Verticalzügen von den Leitern der de Wendelschen Cokerei Francois und Rexroth zuerst ausgebildet worden ist, wobei dem Letzteren der beiden Erfinder wohl der Hauptantheil gebührt, wenn auch die bezüglichen Oefen sehr oft nur Francois'sche Oefen genannt werden.

Die von Dulait, Fromont, Gendebien, Talabot u. A. in Belgien zur selben Zeit, sowie später gemachten Versuche, die Oefen zur Cokesbereitung mit Gaszügen zu umhüllen, sind durch neuere Constructionen, welche wesentlich auf die beiden obigen Saarbrücker Systeme sich stützen, verdrängt worden, haben aber in einem kurzen Bericht Gillons (Revue universelle 1873—74) historische Würdigung gefunden.

§ 586. Die Oefen, welche ursprünglich von Francois und Rexroth entworfen, später auch verbessert worden sind, haben sich besonders für die Cokeskohlen des Saarreviers bewährt und zeichnen sich durch einfache Bauart aus. An derselben Seite der Oefen gehen die Gase unter dem Gewölbe durch eine ganze Reihe von Oeffnungen in einzelne Verticalzüge, die sich unten nach einem Sohlenzuge öffnen, der in einfachem Hin- und Hergang den Boden des Ofens erhitzt.

Der Ofen ist nach Rheingruber ungefähr $5^1/_2$ m lang, 0,70 m breit und an den Seiten 1,20 m hoch, mit einem Gewölbe von ca. 0,40 m Radius bedeckt und mit zwei Aufgebeöffnungen in demselben versehen.

Die Canalzüge ergeben eine Länge von $7^1/_2$—13 m, je nachdem man den von der Umbiegung nächsten oder den am weitesten entfernten in Betracht zieht; dabei ist aber zu bedenken, dass 12—13 Verticalzüge vorhanden sind und dass nach deren Durchlaufen erst die Gase einen einzigen Strom bilden.

Durch die ungleiche Entfernung der Austrittsöffnungen von dem Anschluss der Bodenzüge, an welchem die Gase durch einen verticalen, mit Schieber verschlossenen Canal in die unterirdische Abzugsröhre treten, wird eine ungleiche Erhitzung der feuerberührten Ofenwände hervorgebracht.

§ 587. Aus den oben angedeuteten Dimensionen (für deren absolute Richtigkeit nicht eingestanden werden kann, da Herr Director Rexroth eine frühere darauf bezügliche Anfrage des Verfassers nicht beantwortet hat) ergibt sich ein ungefährer Rauminhalt von $5{,}50 \times 0{,}70 \times 1{,}20 + \frac{3{,}14 \times (0{,}40)^2 \times 5{,}50}{3}$ oder reichlich 6 cbm*), während die Oberfläche ebenfalls ohne Thürfutter berechnet, $5{,}50\left(\frac{1}{3}(0{,}80 \times 3{,}14) + 0{,}70 + 240\right)$ oder rund 21,5 qm ausmacht, von denen 5,50 (0,70 + 2,40) oder 17,0 qm auf die geraden Flächen, Boden- und Seitenwände, die übrigen auf die Wölbung kommen.

Rechnet man eine Charge von rund 3200 kg (4 cbm à 800 kg), so erhält man pro 1000 kg fast 2 cbm Rauminhalt, über 6 qm Totalfläche einschliesslich Gewölbe; rechnet man die Charge dagegen zu 5 cbm, was den Ofen sehr stark anfüllen würde, so entsprechen je 1000 kg $1^1/_2$ cbm Ofenraum und über 5 qm Totalfläche.

Nimmt man nun an, dass $^2/_3$ der Wandflächen und $^4/_5$ der Bodenfläche vom Feuer berührt sind, so ergeben sich überhaupt $^4/_5$ (5,50 × 0,70) + $^4/_3$ (5,50 × 1,20) oder 3,08 + 8,8 oder 11,88 qm, d. h. 69,8 $/_{00}$ der geraden Oberflächen.

Addirt man zu den eben ermittelten 11,88 qm die Gewölbefläche als ebenfalls vom Feuer berührt und wirksam, so ergeben sich 11,88 + 4,5 oder 16,38 qm, welche auf die Totalflächen von 21,5 qm bezogen 76,2 $/_{00}$ ausmachen.

Von den zur Vercokung von 1000 kg oben als construktiv erforderlich bezeichneten 5 resp. 6 qm Innenfläche sind ohne Einrechnung des Gewölbes 3,5—4,2 qm vom Feuer berührt.

§ 588. Die Oefen von Francois und Rexroth sind unbedingt unter die vortrefflichsten Apparate zu rechnen, welche zur Vercokung gasreicherer Kohle erdacht worden sind und umso beachtenswerther, als ihr Construktionsprincip den Ausgangspunkt bildet für die in neuester Zeit zur Vercokung normaler und gasärmerer Backkohlen sehr bevorzugten Oefen von Coppée, Dr. Otto u. A.

Der Aufbau und der Steinverband des Ofens lassen sich aus den Zeichnungen der Taf. VI deutlich erkennen, welche eine am Niederrhein betriebene Anlage betreffen.

Es stellen Fig. 1 einen in der Mitte durch die Profile Fig. 2 unterbrochenen aufrechten Längendurchschnitt vor, dem sich die in verschiedenen Verticalabständen eingelegten Grundrisse Fig. 3 anschliessen.

Die Raumverhältnisse dieses Ofens sind folgende: Länge 7,34 m einschliesslich der Thürzargen, welche jede etwa ein Stein dick ist, also ca. 0,250 m austrägt. Die Länge des eigentlichen Vercokungsraumes dürfte auf rund 7 m zu veranschlagen sein, da ja die Zargen nicht ganz von den Thüren ausgefüllt werden.

Die Dimensionen des Querprofils sind 0,720—0,640 m für die Breite, 1,440 m für die Höhe, wovon 0,340 m auf die Höhe des halbcylindrischen Gewölbes kommen.

Das Volumen des Ofens ist hiernach

$$\left[1{,}1 \times \left(\frac{0{,}720 + 0{,}640}{2}\right) + \frac{3{,}1415 \times (0{,}340)^2}{2}\right] \times 7 = 6{,}5 \text{ cbm}.$$

Die Oberfläche ist $7 \times \left(1{,}100 + 1{,}100 + \frac{0{,}720 + 0{,}640}{2} + \frac{3{,}1415 \times 0{,}640}{2}\right) = 25{,}256$ qm, wovon 7,476 Decke.

*) Die Rheingruber'sche Skizze (a. a. O. 5 u. 6) gibt Gewölbe von ca. 120° Centriwinkel, wesshalb im obigen Divisor 3 steht.

Von dieser Fläche sind feuerberührt 13,60 qm, nämlich 7 (0,640—0,160) + 0,440 × 0,10 = 3,43 qm am Boden, 15 (0,310 × 1,10) = 5,115 qm für jede Wand.

Hierbei wurden die Querschnitte der Canäle auf die Innenfläche projicirt gedacht, wiewohl die als feuerberührte Fläche auf den Process einwirkende d. h. Wärme nach Innen strahlende Fläche durch Leitung eine viel grössere wird und man getrost die ganze Innenfläche als feuerberührt ansehen kann.

§ 589. Der Ofen von Haldy verfolgt in der Wandheizung ein ganz anderes Princip als der Ofen von Francois-Rexroth. Wie aus Rheingruber's Vortrag hervorgeht, treten die Gase an der einen Seite in die Canalräume der Seitenwand, welche nicht vertical, sondern horizontal in zwei Abtheilungen hin- und hergehend, wie unter der Sohle, angeordnet sind. Am vorderen Ende fallen die Gase in den Sohlencanal, cirkuliren nach hinten, dann wieder nach vorn und treten durch einen verticalen Fuchs in einen unterirdischen Hauptzug, der zur Esse führt, welche wie gewöhnlich am Ende der Anlage angebracht sein kann.

Die Disposition ist einfach und wegen der hieraus sich ergebenden Länge des Canalsystems vielleicht praktischer als die Francois-Rexroth'sche Disposition. Am Haldy'schen Ofen windet sich der Feuercanal vier Mal in der Länge des Apparates hin und her, so dass seine Totallänge mindestens um die doppelte Ofenlänge (vermindert lediglich durch den verticalen Abstand der Austrittsöffnung der Gase von den Sohlencanälen) grösser ist als bei Francois-Rexroth.

Die Dimensionen anlangend, so hat der Ofen innerhalb der Thürzargen $7^1/_2$ m Länge, 1,50 m Höhe im Gewölbscheitel und 1 m Breite; daraus berechnet sich unter der Annahme eines halbkreisförmigen Gewölbes der Rauminhalt auf $7{,}5\left((1 \times 1) + \frac{0{,}50^2 \times 3{,}14}{2}\right)$ oder 10,44 cbm.

Die Oberfläche beträgt 7,5 × 3 = 22,5 qm für Boden und Seitenwände, die Gewölbfläche ist $7{,}5 \times \frac{3{,}14}{2}$ oder 11,78 qm, so dass 34,28 qm im ganzen herauskommen. Die Feuerberührung ist sehr bedeutend, da auf den Seiten nur eine 0,1 m breite Zwischenschicht vorhanden ist, unter dem Boden dagegen eine ca. 0,15 m breite Zwischenwand die Canalzweige trennt; beide sind nur 7,0 m lang und folglich zusammen auf 7 × 0,25 m = 1,75 qm zu veranschlagen.

Von den 22,5 qm gerader Innenfläche würden mithin 20,75 qm vom Feuer berührt oder 92,2 $/_{00}$; rechnet man die Gewölbflächen ebenfalls als vom Feuer berührte Fläche, so treten zu den eben ermittelten 20,75 noch 11,78 qm und es stehen der Totalfläche von 34,28 qm 32,53 qm oder 94,9 $/_{00}$ gegenüber.

Nimmt man den Einsatz auf 5000—6000 kg an, so ergiebt sich nachstehende Reihe von Verhältnissen zwischen der Beschickungseinheit und den einzelnen Dimensionen.

Es erfordern 1000 kg Einsatz 1,76—2,09 cbm Capacität und 5,71—6,85 qm Totalinnenfläche. Von der letzteren sind 3,46—4,19 qm im Bereich der Seitenwände und des Bodens, 5,42—6,51 qm mit Einrechnung des Gewölbes vom Feuer berührt.

Nach diesen Ermittelungen erscheint der Ofen als ein ziemlich grosser und voluminöser, mit ausgiebiger Entwickelung der Feuerberührung ausgestatteter Apparat, der für gasreichste Kohlen, soweit sie überhaupt zur Vercokung noch zulässig erscheinen, am geeignetsten sein dürfte.

§ 590. Der Ofen von Haldy ist durch Smet, einem belgischen Construkteur, etwas modificirt worden und diese Modification wurde durch F. Büttgenbach einer weiteren Verbesserung, namentlich bezüglich der westfälischen Kohlen für fähig gehalten und denselben unterworfen.

Auf den beiden Tafeln VII Bl. I und VIII Bl. II ist diese Modification abgebildet, deren Zeichnung der Gefälligkeit einer Niederrheinischen Hüttendirektion zu verdanken ist.

Auf Taf. VII sind dargestellt:

Fig. 1 Längenansichten von der
- α) Maschinenseite,
- β) Cokesseite.

Fig. 2 Längenschnitte (Parallel der Axe der ganzen Ofenanlage) und zwar
- α) durch eine der Abzugöffnungen im Ofen,
- β) durch einen der verticalen Abzüge nach dem Sammelcanal.

Weiter stellen vor:

Fig. 3 den Grundriss über den Ofengeleisen (mit Canaldurchschnitt).
„ 4 den Grundriss durch die Abzüge der Oefen.
„ 5 den Grundriss im unteren Horizontalcanal.
„ 6 den Grundriss in dem Sohlencanal.

Auf Taf. VIII finden sich Längendurchschnitte, Fig. 1 einer einzelnen Retorte, Fig. 2 eines Zweigsystems in der Wand.*)

§ 591. Dieser Ofen, welcher auch oft, doch unrechtmässiger Weise mit dem Namen des Gobiet'schen Ofens bezeichnet wird, welcher aber fast identisch mit dem von Jordan (Atlas de la metallurgie du fer Taf. VIII und IX) unter richtiger Bezeichnung wiedergegebenen Apparat ist, unterscheidet sich von dem ursprünglichen Haldy'schen Ofen dadurch, dass die Gasführung in der einen Hälfte der Seitenwand herunter geht, unter dem Boden cirkulirt und wieder in der zweiten Hälfte der Seitenwand, analog wie beim Niedergang heraufzieht, um in einen oben auf der Batterie liegenden Hauptabzug zu münden. Dadurch vermindert sich die Zahl der Abzugsöffnungen und es liegen dieselben nur auf der Hälfte einer Seite. Es steht nun nichts im Wege, zur Herstellung einer noch gleichmässigeren Wirkung im Nachbarofen, sowohl rechts wie links die andere Hälfte der analogen Seite mit den Oeffnungen zu versehen und die Gase in dieser Wand den umgekehrten Lauf machen zu lassen, doch ist eine solche Disposition nirgends mit Sicherheit erwiesen.

§ 592. Die einzelnen Räume sind 760—680 mm breit, innen 1650 mm hoch und ca. 8,5 m lang (abgerundeter Mittelwerth zwischen der obersten Mauerbreite der Batterie und der unter der Rollschicht der Sohlencanäle gemessenen Breite).

Daraus berechnet sich für eine mittlere Ofenbreite von 720 mm und unter der Annahme eines halbcylindrischen Gewölbes (die Thürbögen sind flacher und niedriger), der Rauminhalt auf

$$\left[0{,}720 \times \left(1{,}650 - \frac{0{,}720}{2}\right) + \left(\frac{0{,}720}{2}\right)^2 \times 3{,}14\right] \times 8{,}5 \text{ oder } 8{,}625 \text{ cbm}$$

und die Innenfläche ohne Thüren von

$$\left[\frac{0{,}720}{2} \times 3{,}14 + 2 \times \left(1{,}650 - \frac{0{,}720}{2}\right) + 0{,}720\right] \times 8{,}5 \text{ oder } 37{,}658 \text{ qm.}$$

§ 593. Von dieser Innenfläche gehen ab:

1. eine Horizontalzunge in jeder Seitenwand von pptr. 7 m Länge und 210 mm Dicke, also 2 × 1,47 oder 2,94 qm;
2. ein der Bodenstärke des Canals entsprechender Theil am Fuss der Seitenwand von pptr. 7 m Länge und 130 mm Dicke, also 2 × 0,91 oder 1,82 qm;
3. die unter dem Boden befindliche Zunge, die die beiden Zweige des Sohlencanals theilt, mit ebenfalls ca. 7 m Länge und 156 mm Dicke, also = 1,09 qm;
4. die Verticalzungen zwischen dem fallenden und dem steigenden Theil des Gasstroms ca. 1,875 m hoch und 175 mm dick, also = 0,33 qm;
5. das Gewölbe, das nur einseitig vom Feuer bespült wird mit $\frac{0{,}720}{2} \times 3{,}14 \times 8{,}5 = 9{,}605$ qm.

Es gehen mithin von obigen 37,658 qm ab:

Zwei Horizontalzungen in den Wänden . . .	2,94	qm
„ Canalboden-Dicken	1,82	„
Drei Bodenzungen	0,09	„
Zwei Verticalzungen	0,33	„
Gewölbe	9,605	„
	14,785	qm

und es bleiben 22,873 qm feuerberührter Fläche im engeren Sinne zurück. Pro Cubikmeter Raum ergeben die beiden Flächenwerthe beziehungsweise 4,36 und 2,65 qm, während sich (bei 5000 Kilos Ladung) pro 1000 Kilos 7,532 resp. 4,575 qm ergeben.

§ 594. Nach Angaben Büttgenbachs müsste der Canalquerschnitt der Gase $^1/_{64}$ der Sohlenfläche sein.

Gegenüber der früher mitgetheilten Calculation der Flächen und Räume im Haldy'schen Ofen nach der Rheingruber'schen Skizze, erscheinen die soeben gefolgerten Zahlen nicht besonders vortheilhaft, dennoch werden über den Betrieb dieser Oefen ganz befriedigende Mittheilungen gemacht.

Nur eine Constructionseigenthümlichkeit hat zu Klagen Veranlassung gegeben; die grösseren Steinplatten mit Nuth und Falz aus denen die Wände des Ofens aufgebaut sind, sind leicht dem Werfen ausgesetzt und veranlassten Ausbauchungen der Wände. Dadurch wurde das Ausdrücken vielfach erschwert und es mussten leichtere Chargen gegeben werden. Reparaturen an diesen Oefen wurden desshalb späterhin nur mit kleinen Steinen bewirkt und dazu die sogenannte Hochofenqualität genommen, da beste Cokesqualitäten häufig starke Schmelzungen zeigten.

*) Auf Taf. VII steht an einer Stelle bezüglich des Maassstabs $^1/_0$ statt $^1/_{20}$ und auf Taf. VIII in Fig. 2 ist die Breite einer Canalöffnung nach dem Boden hin (linker Zweig) mit 330 statt 230 bezeichnet.

Die Ladungen dieser Oefen bestanden ursprünglich in 5000—5500 Kilos feingesiebter Kohlen und das Ausdrücken erfolgte nach ca. 42—48 Stunden. Nachdem obige Veränderungen an den Oefen sich gezeigt, musste mit der Besetzung auf 4500, selbst auf 3700 Kilos heruntergegangen werden und mit der Zeitdauer der Vercokung auf 38—40 beziehungsweise auf 30 Stunden.

Auf dem Neusser Hochofenwerk, dessen Batterie Herr Büttgenbach selber erbaute und in Betrieb setzte, konnte bei der ursprünglichen Besetzung von 5000 Kilos nach Jahren noch festgehalten werden, ebenso auf einer Anlage bei Oberhausen. Die hier beschriebene Anlage ist allerdings nicht von Herr Büttgenbach persönlich erbaut worden und ist diesem Umstand vielleicht ein gewisser nachtheiliger Einfluss auf die Dauerhaftigkeit zuzuschreiben, da der erfindende Construkteur bei dem Bau seiner Anlagen die ihm wohl bekannten schwachen Stellen stets mit möglichster Sorgfalt behandeln wird.

§ 595. Der augenblicklich verbreitetste Cokesofen ist der von Evence Coppée. Es ist eine Modification des Francois-Rexroth'schen Ofens — bestehend hauptsächlich in zwei Abänderungen; — einmal Verschmälerung der Retorte, resp. Erhöhung derselben — dann Vereinigung der Gase zweier Nachbaröfen, um damit die mit je einem einzigen Kohlencanal versehenen Böden derselben zu heizen. Dass gleichzeitig in vielen Fällen die Oefen länger gemacht worden sind, ist keine Eigenthümlichkeit des Systems; bereits der Smet-Büttgenbach'sche Ofen Taf. VII—VIII wies eine innere Länge von 8,5 m auf, wogegen allerdings ältere Construktionen nicht viel über 6 m hinausgingen. Diese grössere Länge ist abhängig von der grösseren oder geringeren Leichtigkeit der Entladung — und diese wiederum eine Folge der Kohlenqualität und des Grades der Schwindung der Kohlencharge.

Der Ofen von Coppée kommt in den Verhältnissen der Heizflächen dem Appolt'schen Ofen am nächsten. Die Ofenwände werden durch zahlreiche verticale Gasabführungen geheizt, die Bodenflächen durch je einen ziemlich hohen Canal, von denen immer zwei in Verbindung stehen und anderseits wieder die Gase zweier Oefen aufnehmen. Die Taf. IX kennzeichnet die sinnreiche Disposition und weist nach, dass die Gasentnahme im Ofengewölbe stattfindet und dass gleich beim Verlassen des Ofenraums die Gase Verbrennungsluft vorfinden, die von oben her durch kleine Schächte oder von der Seite her durch einen röhrenförmigen Canal einströmen kann. Ausserdem tritt noch an einem Thürende unter der Schwelle Luft in den Sohlencanal nach Belieben ein und vollendet an dieser Stelle die Verbrennung. Da die Sohlenheizung bei den horizontalen Cokesöfen mehrfach Veranlassung zur Zerstörung des Fundamentes gegeben, hat Coppée eine Reihe von Canälen unter der Sohlenheizung angeordnet, welche durch einen Essenbetrieb Luft einsaugen und so die ganze Fundamentirung abkühlen. Damit ist eine wesentliche Verbesserung erreicht, da besonders an den Stellen, wo der Gasstrom seine Richtung verändert, die vorspringenden Mauerkanten stark mitgenommen werden, sehr häufig partielle Einstürze der Sohlenplatten als Folge der mangelhaft gewordenen Unterstützung eintreten und die Ausserbetriebsetzung ganzer Gruppen von Oefen verlangen.

§ 596. Die Oefen von Coppée sind gewöhnlich zu 30 in einem Massiv vereint und bilden also 15 Ofenpaare; wenn der Betrieb regelmässig und gut geht (wozu vor allem gleich bleibende Qualität des Materials benöthigt), steht in jedem Paar mindestens der eine Ofen im Feuer, während der andere entleert und neu besetzt wird, und es müssen die im Vollbrand stehenden und die gezogenen Oefen miteinander abwechseln. Man besetzt infolge dessen den einen Ofen eines Paares um soviel später wie den anderen, als die Hälfte der Dauer des Vercokungsprocesses (gewöhnlich 48 Stunden) beträgt. Die Charge wird ziemlich regelmässig auf 6000 kg bemessen, welche in 36—48 Stunden abcoken. Untersucht man die Dimensionen, so constatirt man zunächst, dass der heizbare Raum (ohne die Thürfutterzone) rund 9 m lang ist, eine mittlere Breite von 0,51 m besitzt und im Mittel 1,12 m hoch ist. Der Raum ist mit einem sehr flachen, nur 0,08 m hohen Gewölbe überspannt, so dass man ihn als Prisma berechnen kann, ohne das Resultat für die Praxis allzu ungenau zu machen; es ergeben sich dafür $0{,}51 \times 1{,}12 \times 9{,}00 =$ rund 9,5 cbm. Die Oberfläche beträgt für Boden und Wände, doch ohne die Thüren $9 \times (1{,}12 + 1{,}12 + 0{,}51)$ oder 24,75 qm, welche zum Theil feuerberührt sind; für das Dachgewölbe $9 \times 0{,}51$ oder 4,59 qm, im Ganzen also 20,35 qm.

§ 597. Die feuerberührte Fläche, d. h. die Projection der Canäle auf die Innenfläche des Ofens, setzt sich zusammen aus der gesammten Bodenfläche $9 \times 0{,}51 = 4{,}59$ qm und $\frac{21}{30}$ der Seitenwände: $\frac{7}{10}$ $9 \times (1{,}12 + 1{,}12) = 14{,}11$ qm, beträgt also im ganzen 18,70 qm oder $63{,}7\,/_{00}$ der überhaupt mit Flammencanälen versehenen Wand und Bodenfläche. Rechnet man, wie bei den anderen Oefen schon geschehen ist, das Gewölbe unter die feuerbespülten Flächen, so stehen der Totalfläche von 29,34 qm nunmehr $18{,}70 + 4{,}59$ oder 23,29 qm d. h. nicht ganz $80\,/_{00}$ gegenüber. Man sieht, dass bei dem Coppée'schen Ofen die Heizfläche etwas geringer ist als bei dem Smet-Büttgenbach'schen Ofen, doch dürfte der Einfluss der 3,3 resp. $7\,/_{00}$ betragenden Differenz kaum ins Gewicht fallen, während anderseits der Einfluss der Zusammenkuppelung zweier Oefen sich in dem vollkommeneren Verbrennungsprocess und in der gleichmässigeren Erwärmung sehr viel mehr bemerklich macht.

Auf 1000 kg Charge kommen über 1,58 cbm Ofenraum und 4,89 qm Oberfläche, wovon 3,12 qm (3,88 mit Einschluss des Gewölbes) feuerberührt sind. Vergleicht man wiederum diese Zahlen mit den entsprechenden Werthen aus dem Betrieb des Smet-Büttgenbach'schen Ofens, so erhellt daraus, dass der Coppée'sche Ofen eine stärkere Oberflächenentwickelung pro Tonne Charge und dass auch der feuerberührte Theil desselben etwas zugenommen hat. Daraus erklärt sich auch die intensive Leistung des Ofens, welche sich unter vielen Verhältnissen bewährt hat. In Betreff der Bauart sind weniger grössere Steinflächen in der Ofenwand vorhanden als bei dem Smet-Büttgenbach'schen Ofen und nur einzelne Deck- und Gewölbsteine zeigen bedeutendere Oberflächenentwickelungen. Dagegen sind die zahlreichen Verticalzüge in Formatsteinen untergebracht, und ebenso die Gewölbe in gutem Verband aufgeführt worden; alle diese Steine aber haben nur bis 10 cm Dicke und können zu Verwerfungen unmöglich Veranlassung geben.

§ 598. Dieser musterhafte Steinverband ist auf Taf. IX hinlänglich charakterisirt, wo Fig. 1 eine Vorderansicht der Ofenecke mit einer Darstellung der Thürconstruktion — Fig. 2 einen Schnitttheil durch die Axenebene des Ofens — Fig. 3 einen Schnittheil durch die Canäle — Fig. 3 und 4 vier Querschnitte, wovon die beiden rechts durch die Aufgebeöffnung gelegt sind — Fig. 5 und 7 Horizontalschnitte in verschiedener Höhe — Fig. 6 eine Oberansicht des neuen Aufgebebahngeleises oder Armirung der Schüttlöcher zeigen.

Die im Innern ca. 9 m langen Oefen, 9,415 m von Thür zu Thür, sind mit drei Aufgebeöffnungen im Gewölbe versehen, welche von Schienensträngen aus bedient werden, die aus gusseisernen Platten bestehen.

Oftmals liegen die Schienen in Schuhen, um die Deckel der Aufgebeöffnungen leichter beweglich machen zu können.

Die Ofengase entweichen durch eine grosse Anzahl (ca. 30) Oeffnungen am Anfang des Ofengewölbes und auf einer Langseite, sinken durch Verticalcanäle (oftmals mit verschränkten Steinlagen) auf die Sohle des unter dem einen Ofen befindlichen 0,50 m weiten Flammencanals, cirkuliren noch unter der Sohle des Nebenofens und fallen an der engeren Seite der Oefen durch einen 0,28 m weiten quadratischen Fuchs direkt in den Hauptabzugscanal von 1 m Weite, $1\frac{1}{2}$ m Höhe, der nach zwei Essen an den beiden Enden der fast 25 m langen Anlage führt. Unter dem Heizcanal der Ofensohle liegt noch ein zweiter niedriger Canal, der zum Vorwärmen und Trockenlegen der ganzen Construktion überhaupt benutzt wird und oft mit einer besonderen Essenanlage (resp. Abtheilung der anderen Essen) in Verbindung steht. Besonders nützlich wird eine solche Sicherung des Sohlenheizcanals überall, wo es sich um den Bau in flachem Lande oder in der unmittelbaren Nähe grösserer Wasserläufe handelt.

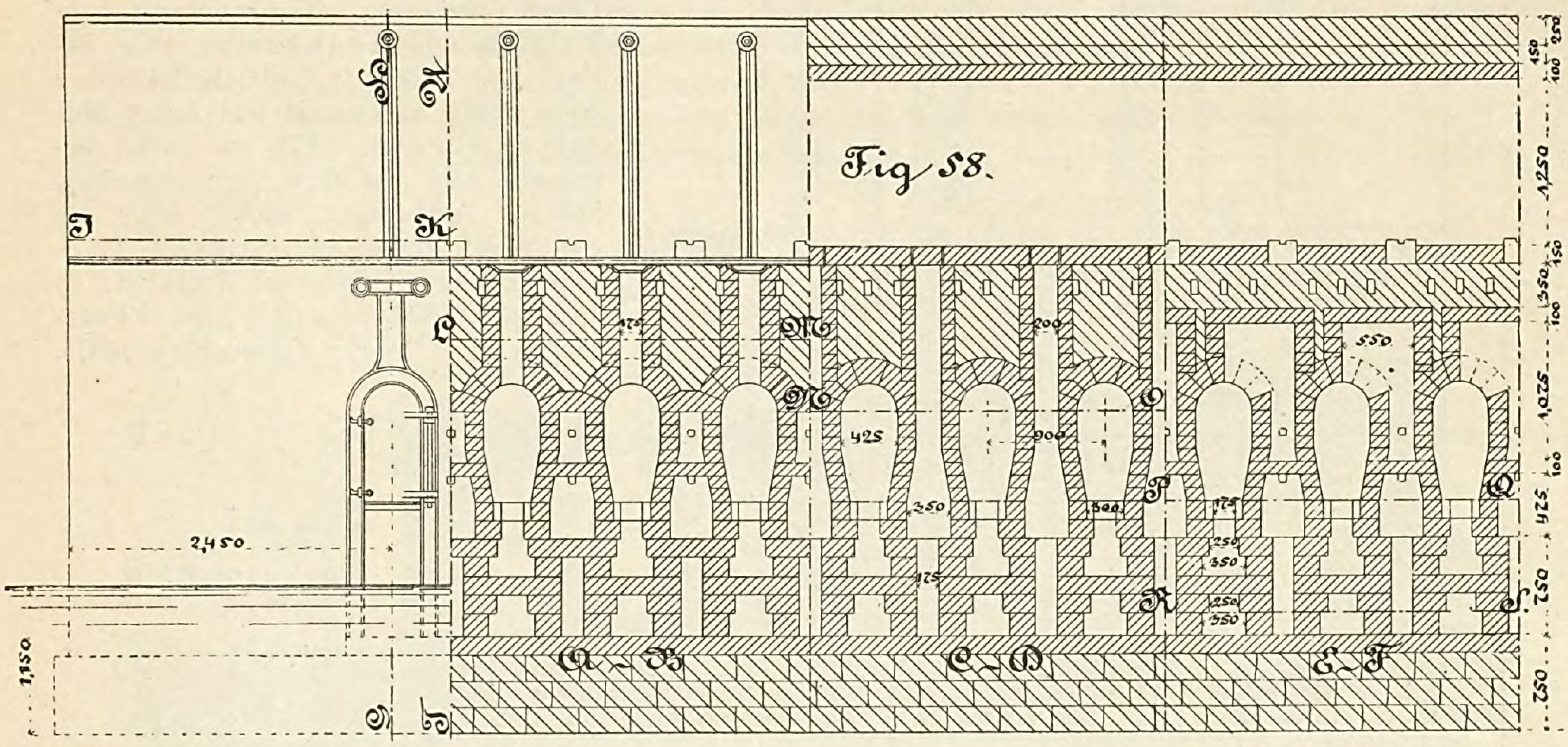
Dort kann man den Hauptgasabzug nicht unter die Sohle der Anlage legen, sondern bringt ihn darüber an. Dann setzen sich die Ofensohlencanäle nach der einen Seite fort und münden direkt, mit verticalen Schiebern absperrbar, in einen Sammelcanal, der am Ende der Anlage in die Essen führt. In manchen Anlagen sind die verticalen Gaszüge in den Ofenwänden an ihrem unteren Ende nach beiden Seiten offen und jeder Sohlenheizcanal hat einen Schieber auf dem abfallenden Fuchs. Das scheint darauf hinzudeuten, dass man unter Umständen von der Eigenthümlichkeit des Coppée'schen Ofens, mit zwei Gasmassen erst eine, dann die andere Ofensohle zu heizen, absieht und durch gleichmässige Vertheilung der Gase dem Appolt'schen System näher zu kommen strebt. Man kann hierbei durch Stellen der Schieber etc. auf den Gang der Oefen besser einwirken als bei der vollständigen Festhaltung des Coppée'schen Construktionsprincips.

§ 599. Die Gasverbrennung wird an verschiedenen Stellen durch wiederholte Luftzuführung bewirkt und ist eine möglichst intensive; nicht allein in den Canälen findet Luftzugang statt, auch in der Kammer selbst ist ein kleiner Zutritt reservirt. In manchen Oefen ist der eine Widerlagerstein des Kammergewölbes mit einem horizontalen runden Canal versehen, der mit dem Ofen durch kleinere Oeffnungen in Verbindung steht. Dieser Canal setzt sich, da ein Widerlagerstein an den anderen stösst, durch die ganze Ofenlänge fort, erreicht die Aussenwände und kann mit Regulirvorrichtungen versehen werden. Die nächste Luftzuführung, die dem Verbrennungsprocess der Gase zu gute kommt, ist die über dem vertical abführenden Canal belegene, hergestellt durch thönerne Muffenröhren (Taf. IX Fig. 3—4) mit Spunden, die sich an die Oeffnungen in den Canaldecksteinen anschliessen. Die Regulirung des Luftzutrittes geschieht durch Schieber in Ansätzen der Strebanker. Nachdem die Gase unter die Böden der Oefen gelangt sind, kann man ihnen durch die Thürsteine, welche den Sohlencanal an beiden Enden verschliessen, weitere Luft zuführen. Dadurch wird es möglich, die Temperaturunterschiede in der langen Leitung möglichst auszugleichen und die feuerberührte Fläche überall wirksamer zu machen (Vergl. die Otto'schen Oefen S. 258).

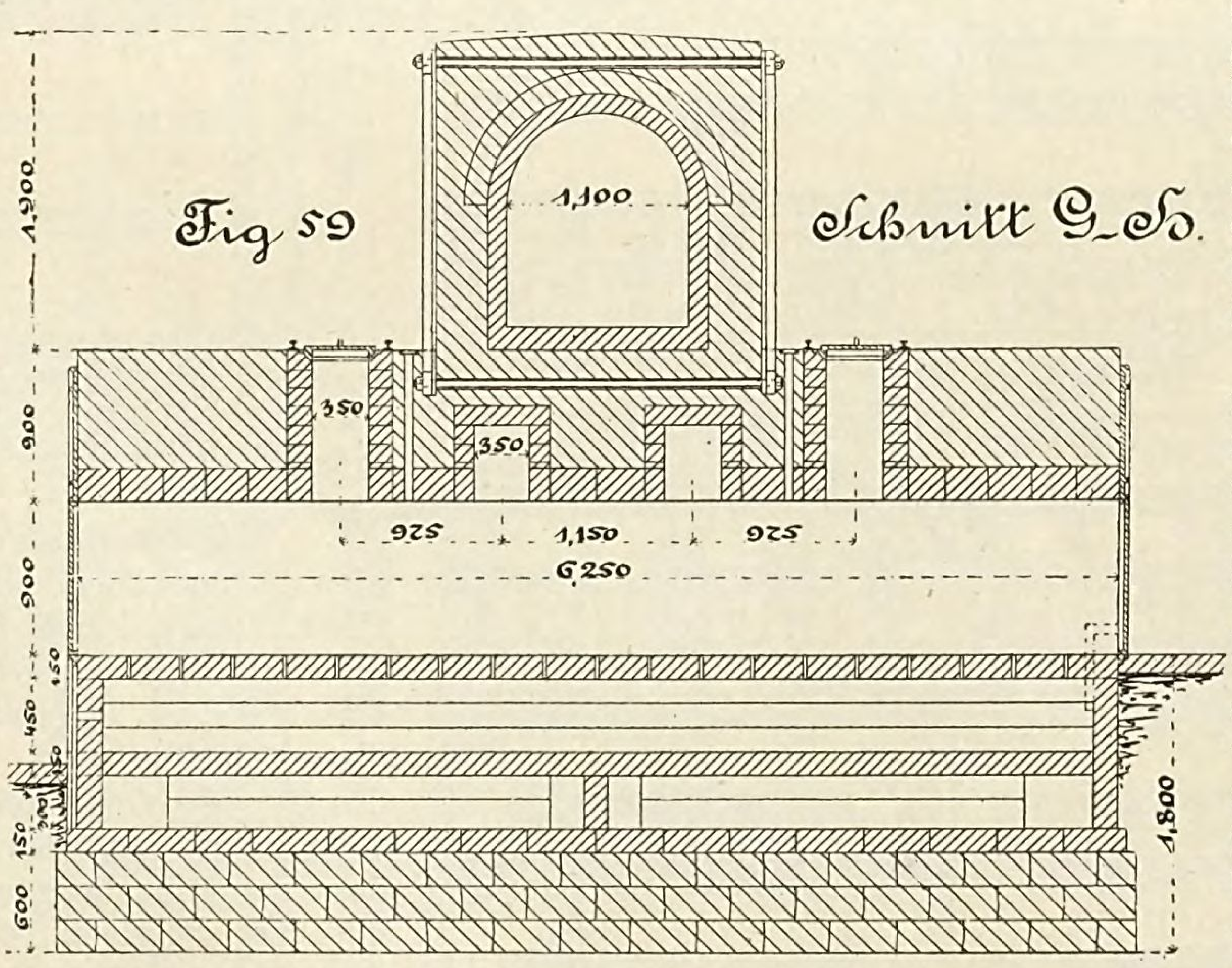
§ 600. Die Bauart der Oefen speciell anlangend, besteht die unmittelbare Ueberwölbung des Trockencanals unter dem Heizcanal der Ofensohlen aus zwei Formaten, einem Widerlagerstein und Gewölbsteinen. Diese erste Ueberwölbung wird mit Steinen abgedeckt und bildet dann die Sohle des Heizcanals, auf der sich aus vier Formaten Steinen die Canalwände bis zur Ueberwölbung der Sohlenheizung aufbauen.

Diese letztere besteht aus fünf Formaten oder Nummern, von denen zwei Widerlagersteine, einer ein Gewölbschlussstein, zwei andere schiefgeschnittene Gewölbsteine sind.

Die hierauf zu errichtenden Ofenwände bestehen aus halben oder ganzen Canalsteinen in sechs resp. drei verschiedenen Grössen, wodurch eine veränderliche Wandstärke von 31—36 cm hergestellt wird, welche durch die zwischen 48 und 55 cm variirende Breite der Ofenkammern zum Theil bedingt ist. Nach aussen hin markiren die beiden Pfeilersteinformate in je zweierlei Form das feuerfeste



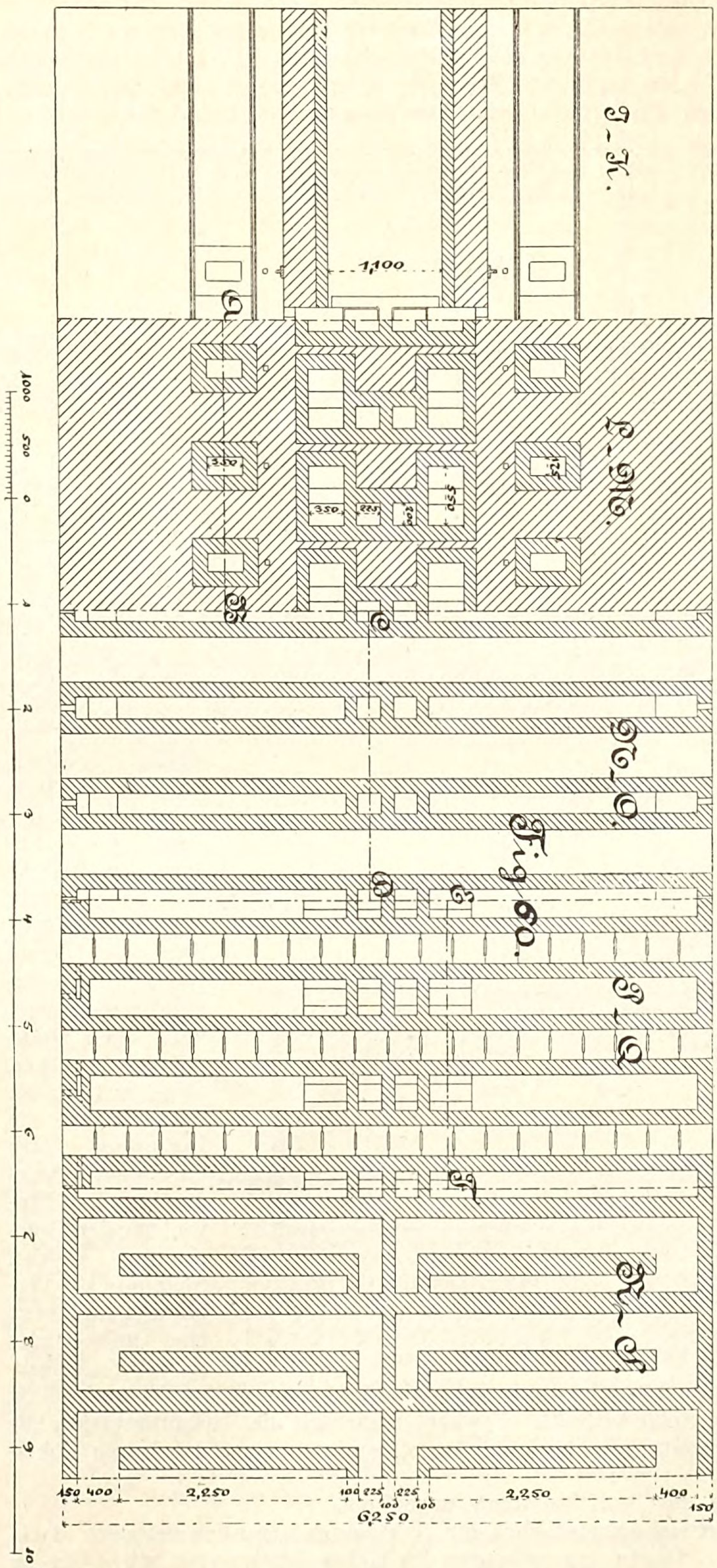
Mauerwerk der Wandungen, während sich auf den Kammerräumen die Gewölbe anschliessen, deren Zusammensetzung aus Fig. 3a und 4 ersichtlich ist. Hierbei ist zu bemerken, dass die Widerlagersteine der Abzugsseite nur 10 cm breit sind und auf den Canalintervallen stehen müssen, um die Abzüge frei zu lassen, dass aber die Widerlagersteine der anderen Seite und die Gewölbsteine (dreierlei Façons) grössere Längen haben, wobei der erste, die Abzüge unmittelbar deckende Stein länger zu nehmen ist als die anderen.



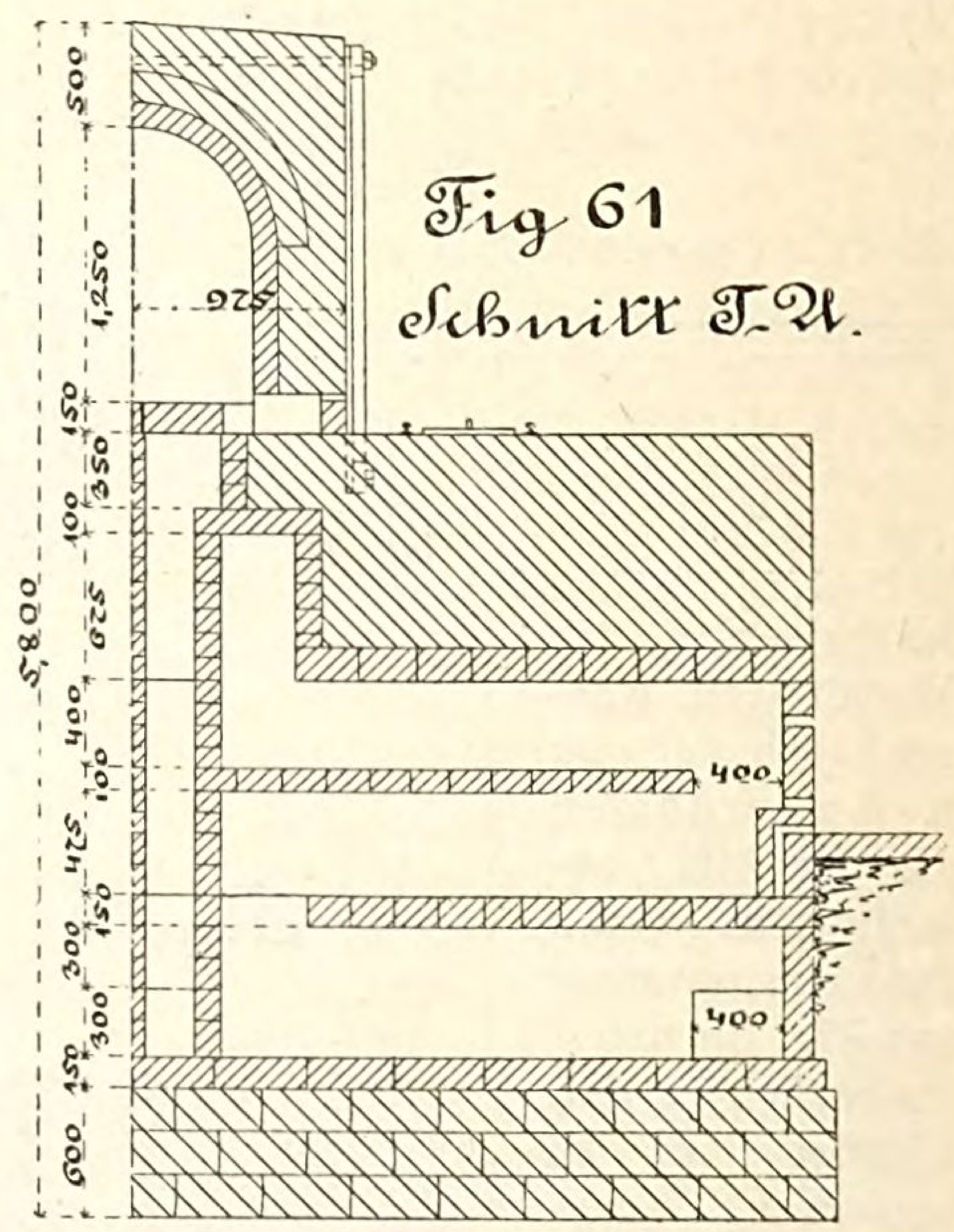
Die Canäle werden dann mit den Decksteinen abgedeckt, nachdem noch die Schwelle auf die Innenwand jedes Canals gelegt worden ist. Zur Einwölbung der Thürzargen werden Steinfaçons verbraucht, während eine andere zum Zwischenwandbau verwendet wird. Die Ofensohle wird mit Platten belegt, wovon das erste Format zu den Thürschwellen gehört, während das andere die übrige Ofensohle abdeckt. Erwähnt man noch die Thürfuttersteine, die Ventile, das Luftleitungsrohr, so ist in kurzem Ueberblick die Bauconstruktion eines der besten Cokesöfen dargelegt worden.

Dieser Beschreibung ist bezüglich des Betriebes wenig zuzufügen.

§ 601. Der Coppée-Ofen bewährt sich hauptsächlich für die mageren unter den normalen Backkohlen und für kurzflammige Sinterkohlen. Gegen das zu starke Aufblähen der ersteren wirkt die im Verhältniss zur Breite grössere Höhe und gegen das zu geringe Backen der letzteren die energische Einwirkung der starken Wand- und Sohlenheizung.



Trotz der vorzüglichen Resultate, welche der Coppée-Ofen mit den mageren Gemischen und mageren Kohlen gegeben hat, hat er sich in manchen Bezirken und Ländern nicht recht einbürgern können. Während er in Westfalen und am Niederrhein, in Belgien und Frankreich sehr beliebt ist, haben ihn die Engländer noch wenig angewandt und haben hier und da (Meeting 1878 in Paris) behauptet, sein den alten Ofen gegenüber höheres Ausbringen würde mehr als compensirt durch die geringere Tragfähigkeit der Cokes im Hochofen, so dass das Schlussresultat den Erwartungen nicht immer entsprochen hätte.



§ 602. Unter den neueren Cokesöfen sind noch Combinationen der Coppée-Profile (schmal und hoch) mit der ursprünglichen Francois-Rexroth'schen Gasabführung zu erwähnen. Man kann diese Combination als eine Verbesserung des Coppée-Ofens wohl nicht ansehen; wenn auch zugegeben werden muss, dass die Einzelheizung in Verbindung mit den sonstigen Eigenthümlichkeiten des Coppée-Ofens, namentlich dessen Steinverband Vortheile bietet. Der Gascanal liegt hier über der Anlage und es sind einige der Verticalzüge in Verbindung mit dem Bodencanal gebracht, welche die abziehenden Gase alsdann nach oben führen.

Die Taf. X und XI stellen den Steinverband des Ofens dar und erkennt man sofort, dass der Apparat

mit den Querschnittsformen und sonstigen Dimensionen des Coppée-Ofens die Unabhängigkeit jedes einzelnen Raumes verbindet. Von dem auf Taf. VI dargestellten Francois-Rexroth'schen Ofen unterscheidet er sich eben nur durch die veränderten Querschnittsverhältnisse und die versetzten Steinlagen in den Zwischenwänden.

Blatt I (Taf. X) enthält in:

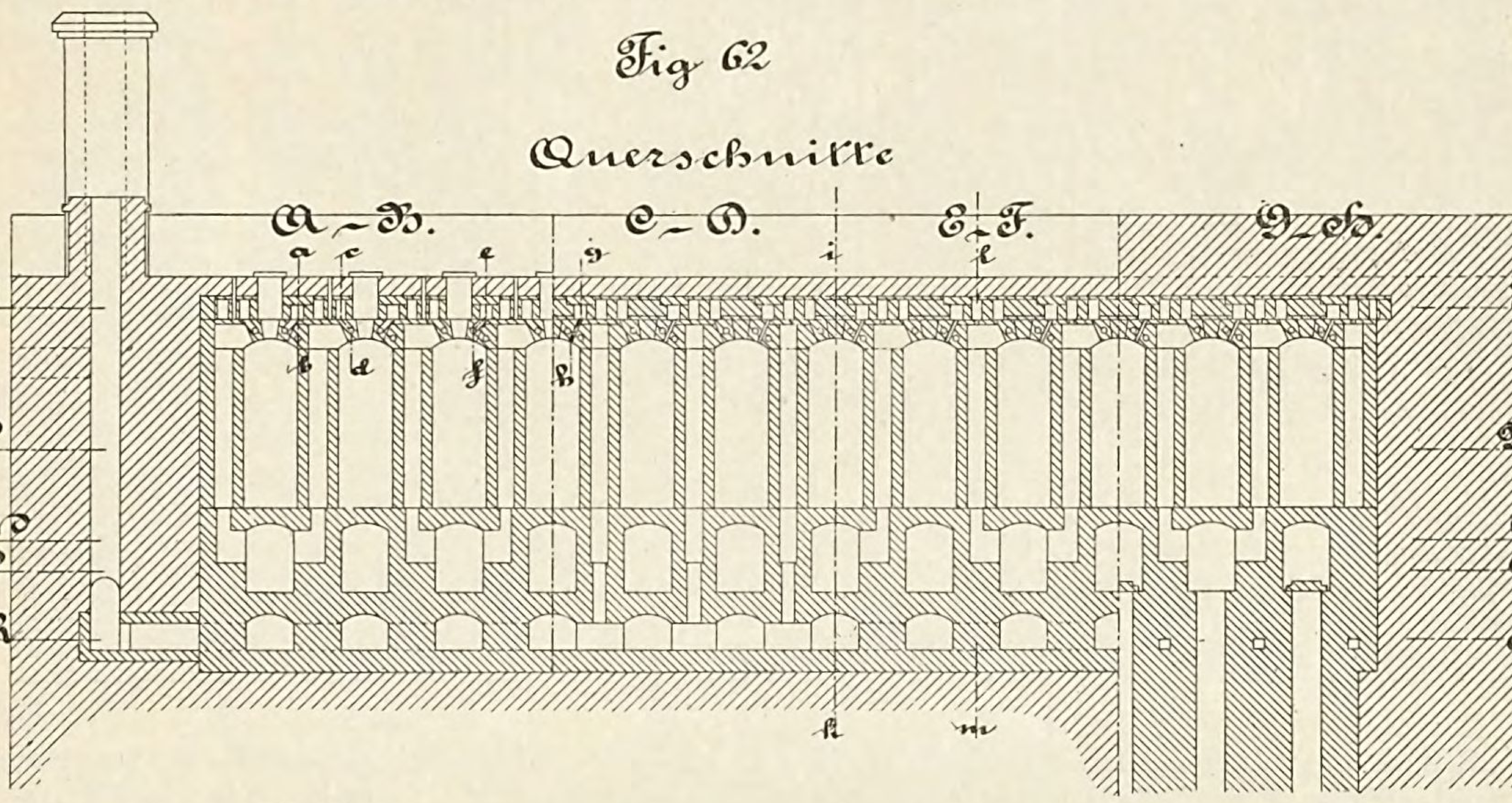
Fig. 1 verschiedene Querschnitte, — normal zur Retortenaxe — durch die Abzüge, durch die Zwischenwand, durch die Füllschächte und durch die Züge nach dem Feuercanal;

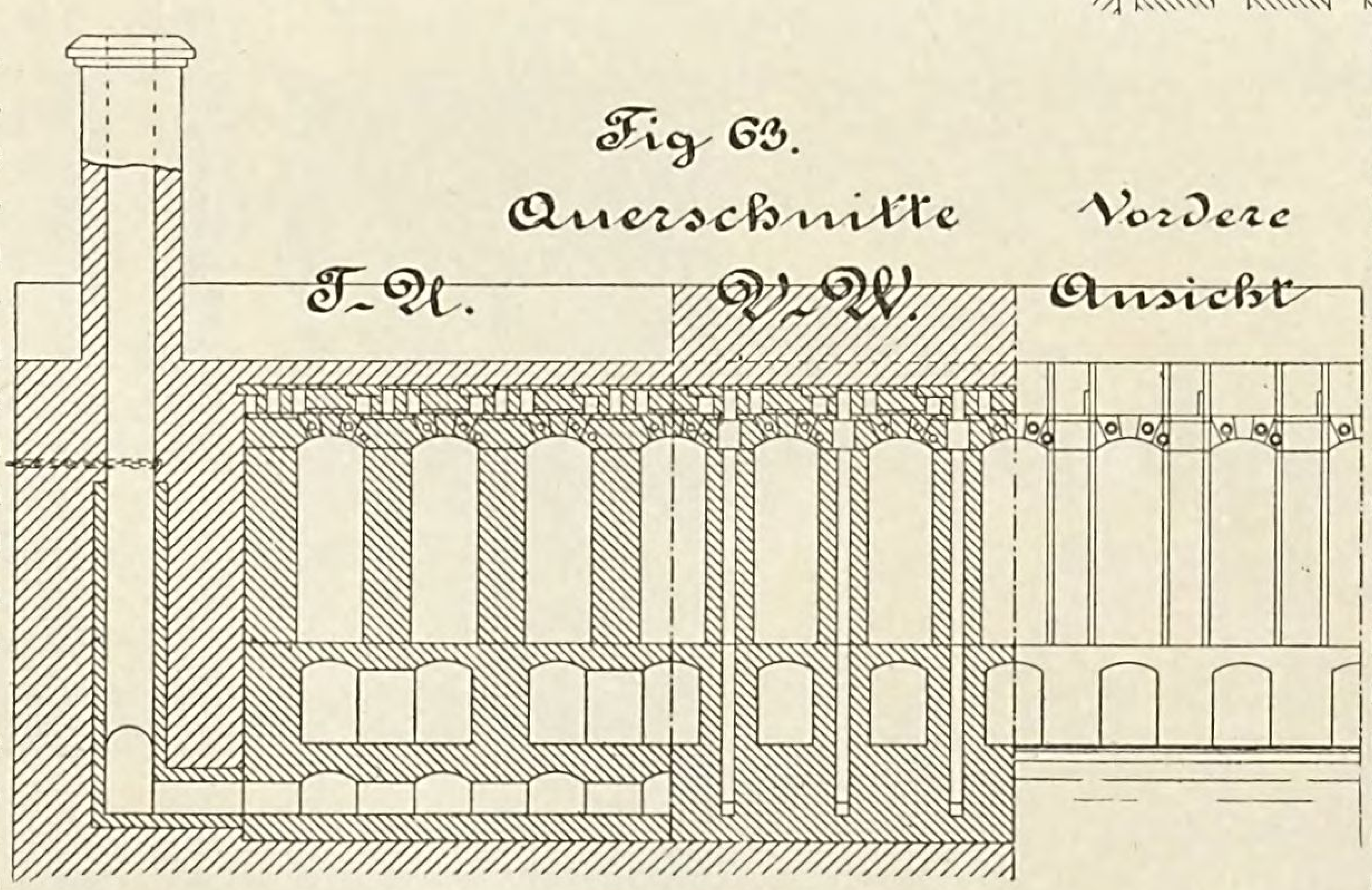
Fig. 2 einen halben Längenschnitt einer Retorte oder Kammer.

Auf Blatt II (Taf. XI) dagegen finden sich in:

Fig. 1 ein Horizontalschnitt und Grundrisse nach verschiedenen Ebenen;

Fig. 2 ein halbes Profil der Hohlwände.



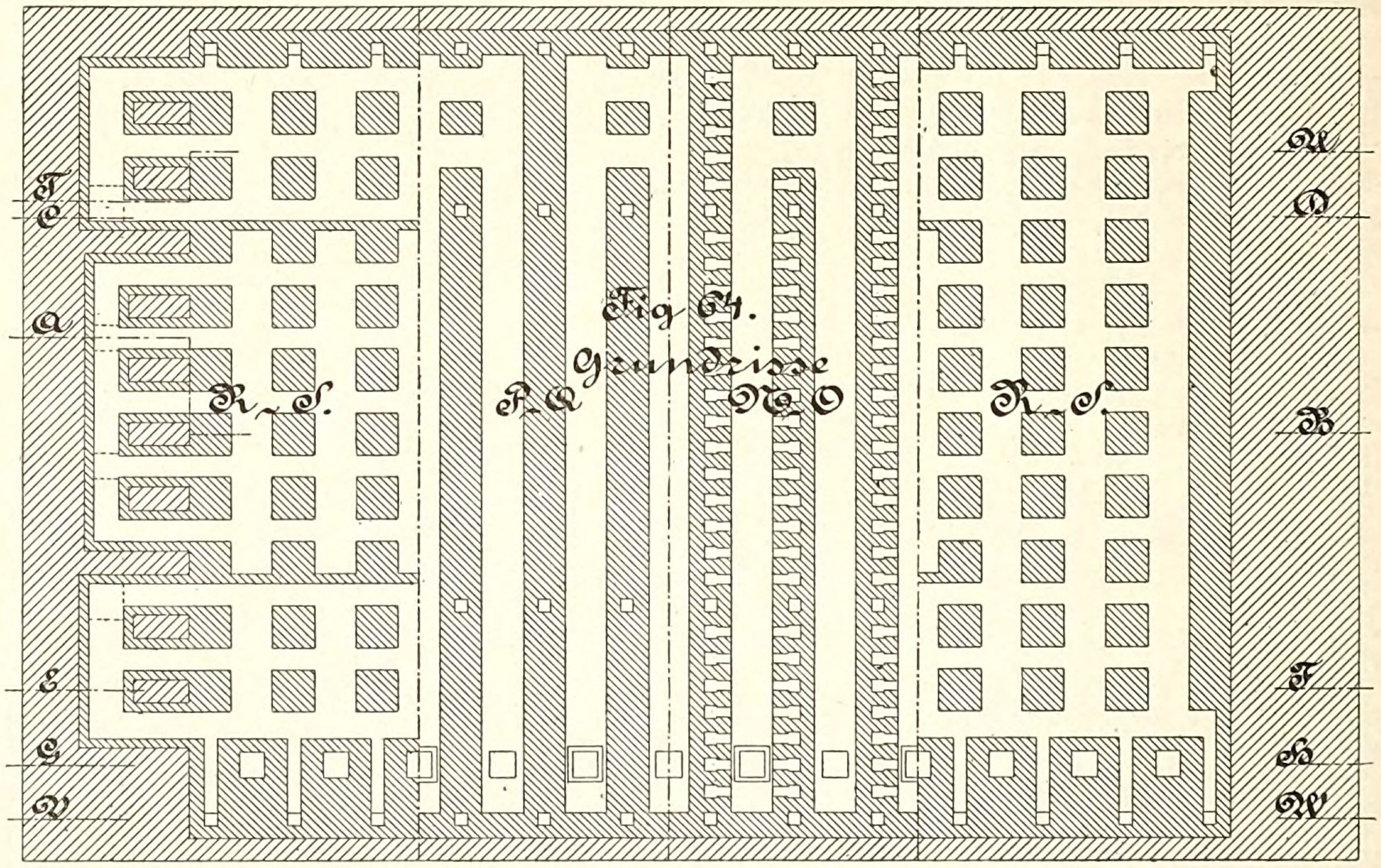


Die Armaturen sind genau dieselben wie bei dem Coppée-Ofen und in den leicht verständlichen Zeichnungen fortgelassen. Die Länge der Oefen beträgt nur 7,55 m und es werden die Oefen von zwei Oeffnungen ausgeladen.

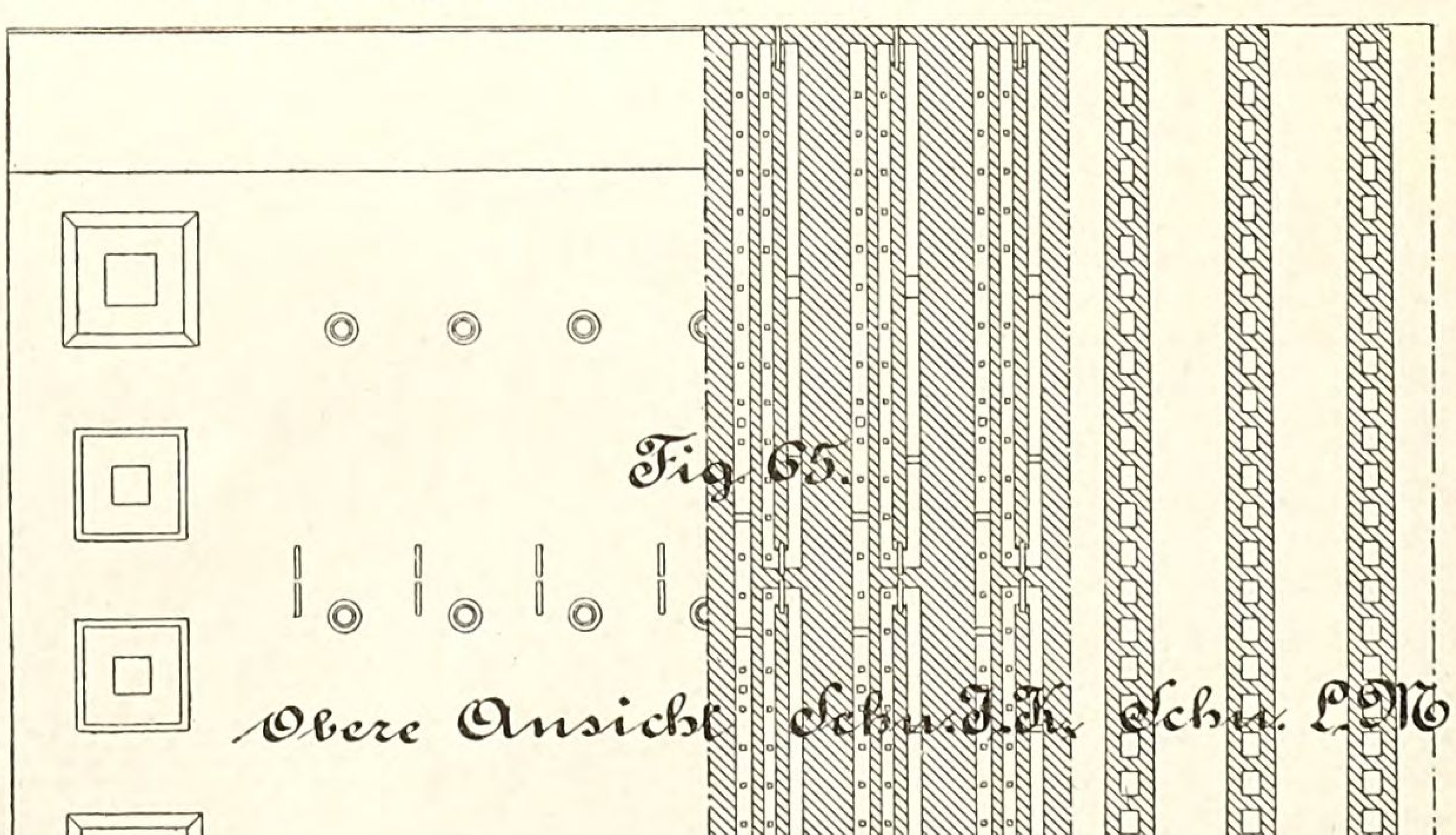
§ 603. Eine Modification des Smet'schen Princips bieten die Wintzek'schen Oefen, deren Construktion aus den Fig. 58, 59, 60 und 61 hervorgeht. Die Gase werden nur durch zwei weite Oeffnungen abgezogen, welche symetrisch zur Axe der ganzen Anlage liegen, gelangen jederseits in einen horizontal nach der Thür zuführenden Canal, dann herab in einen anderen, wieder nach der Mitte hinlaufenden Horizontalcanal, fallen dann in die Tiefe, ziehen bis unter die Schwelle und wenden sich dort nach einem in der Ofenaxe, nicht unmittelbar unter der Sohle liegenden Canal, der sie nach den wieder in der Mitte der Anlage liegenden Verticalzügen führt. Die an der Sohle des Ofens entwickelten Gase treten durch Querschlitze in der Sohle in den ersten Sohlencanal, in welchem sie cirkuliren und verbrennen, da für Verbrennungsluft gesorgt ist, welche von der Maschinenseite her unter der Ofenschwelle eingeführt wird. Dieser Sohlencanal, in welchem die Luft vorgewärmt wird und in welchem die Gase des Ofens mit der Temperatur der Charge austreten, bildet den Hauptanspruch auf das Patent (2005).

In diesen Oefen, welche hauptsächlich für die Oberschlesischen Gaskohlen construirt worden sind, wird nicht mehr Cokes ausgebracht als in den Coppée'schen Oefen, aber eine grössere Menge von Stück- und eine geringere Menge von Kleincokes.

Nach Mittheilungen, die Herrn Wintzek zu verdanken sind, haben in der Cokerei Glückauf zu Beuthen die Oefen von Coppée 56,10/00 Stück und 11/00 Würfel, die Oefen von Wintzek 64,39/00 Stück und 3,09/00 Würfel ergeben.



§ 604. Eine namentlich auf stärkere Ausnutzung der Cokesgase hinzielende Verbesserung der Cokesofenconstruktion durch Einleitung vorgewärmter Verbrennungsluft ist von Dr. Otto in Dahlhausen ausgegangen und auf der Düsseldorfer Ausstellung durch ein in Naturgrösse aufgebautes Profilstück einiger Retortenräume, so wie durch Zeichnung und Beschreibung bekannt gemacht worden.



Wie aus den Querprofilen Fig. 62 und 63 hervorgeht, ist der Ofen dem Grundprincip des Coppée-Ofens entsprechend ausgedacht.

Die Gase treten aus jedem Ofen links (der Fig. 62 und 63) in 30 Verticalzügen ihren Weg nach der Sohle an. Von diesen 30 Verticalzügen münden bei jedem Retortenpaar 26 des linken Ofens mit 26 des rechten Ofens in dem Sohlencanal des linken Ofens. Die 4 übrigen Verticalzüge (Verticalschnitt *C-D* und *V-W* bei Fig. 62 u. 63) münden in die Trockenzüge, welche unter den Sohlencanal liegen und, wie dies aus dem Horizontalschnitt *R-S* der Fig. 64 hervorgeht, ein in drei Abtheilungen getheiltes, rechts zusammenhängendes System hohler aber niedriger Räume bilden, welches mit vier Essen, zwei höheren und zwei niederen an den linken Stossseiten des ganzen Massivs erbaut, zusammenhängt und durch Oeffnen resp. Schliessen derselben gleichmässig im Feuer erhalten werden kann.

§ 605. Noch ehe die Gase in die Verticalzüge eintreten, erhalten sie erwärmte Luft zugeführt, welche von aussen her durch drei der Gewölbsteine eintritt, in diesen cirkulirt, sich erhitzt und die Steine abkühlend, endlich durch vereinzelte Oeffnungen nach oben und über den Gewölbsteinen liegenden Canälen steigt von wo sie durch Schieber in gleichmässige Vertheilung gebracht, in die absteigenden Gaszüge, sowohl wie in den leeren Raum des Cokesofens einströmt.

Der Horizontalschnitt *J-K* (Fig. 65), die Verticalschnitte *a-b, c-d, e-f, g-h* (Fig. 62 und 66) *l-m* (Fig. 67) erläutern die Anordnung der Züge zur Lufterwärmung sehr ausführlich.

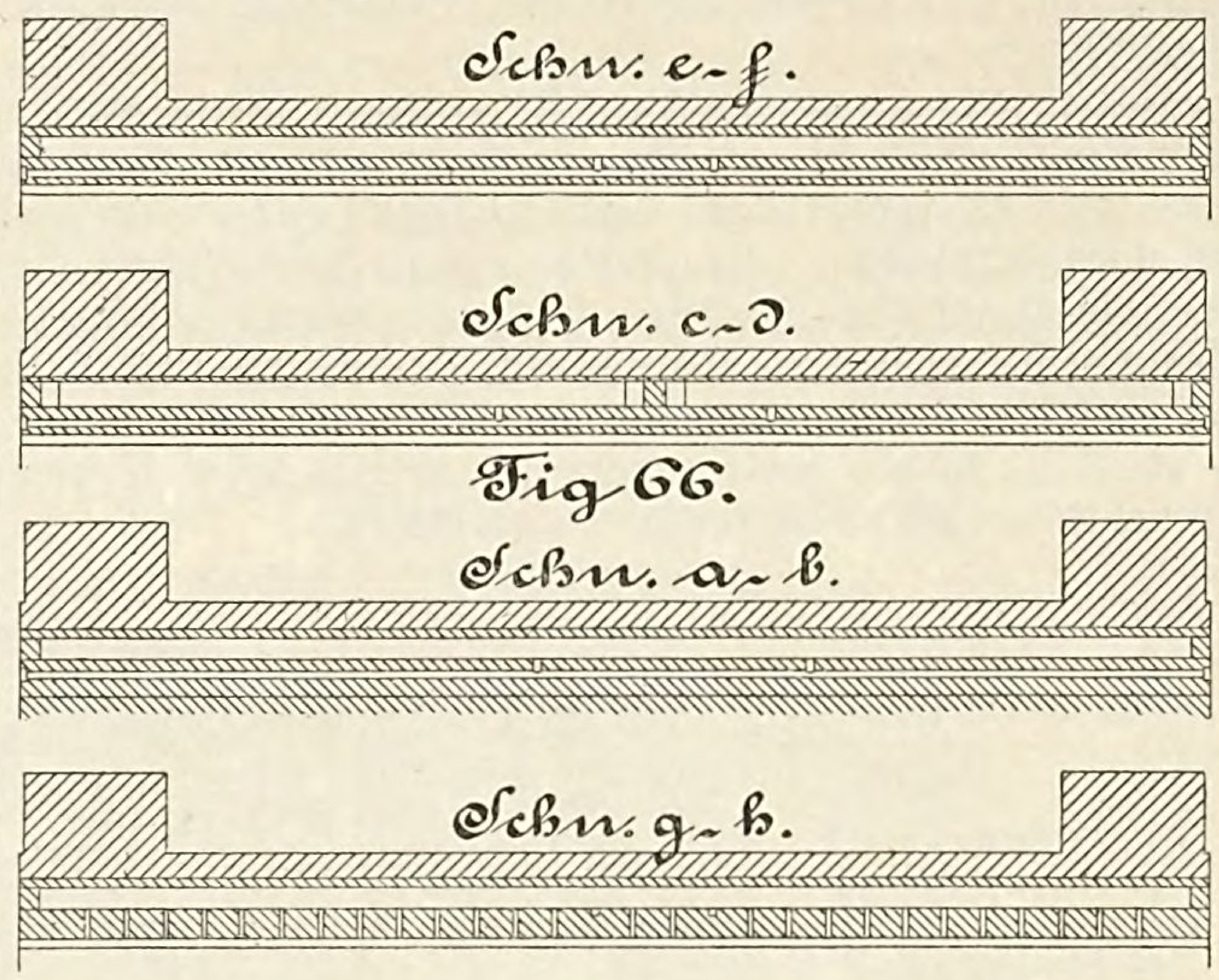
Nachdem die Gase den Hauptsohlencanal des linken Ofens erreicht haben, streichen sie nach hinten hin, treten, wie in *T-U* (Fig. 63), in *P-Q*, *N-O* (Fig. 64) gezeigt wird, unter den rechten Ofen in breiten Zügen (deren Vorhandensein die Anlage der Verticalzüge nicht hindert, wie der Längsschnitt Fig. 67 zeigt, da dieselben direkt in die Uebergangscanäle ausmünden) kehren nach vorn zurück und fallen in einen vor dem Ofen herlaufenden Canal, der die Gase eventuell einer weiteren Verwendung (unter Dampfkesseln) zuführt (Fig. 67 u. 68).

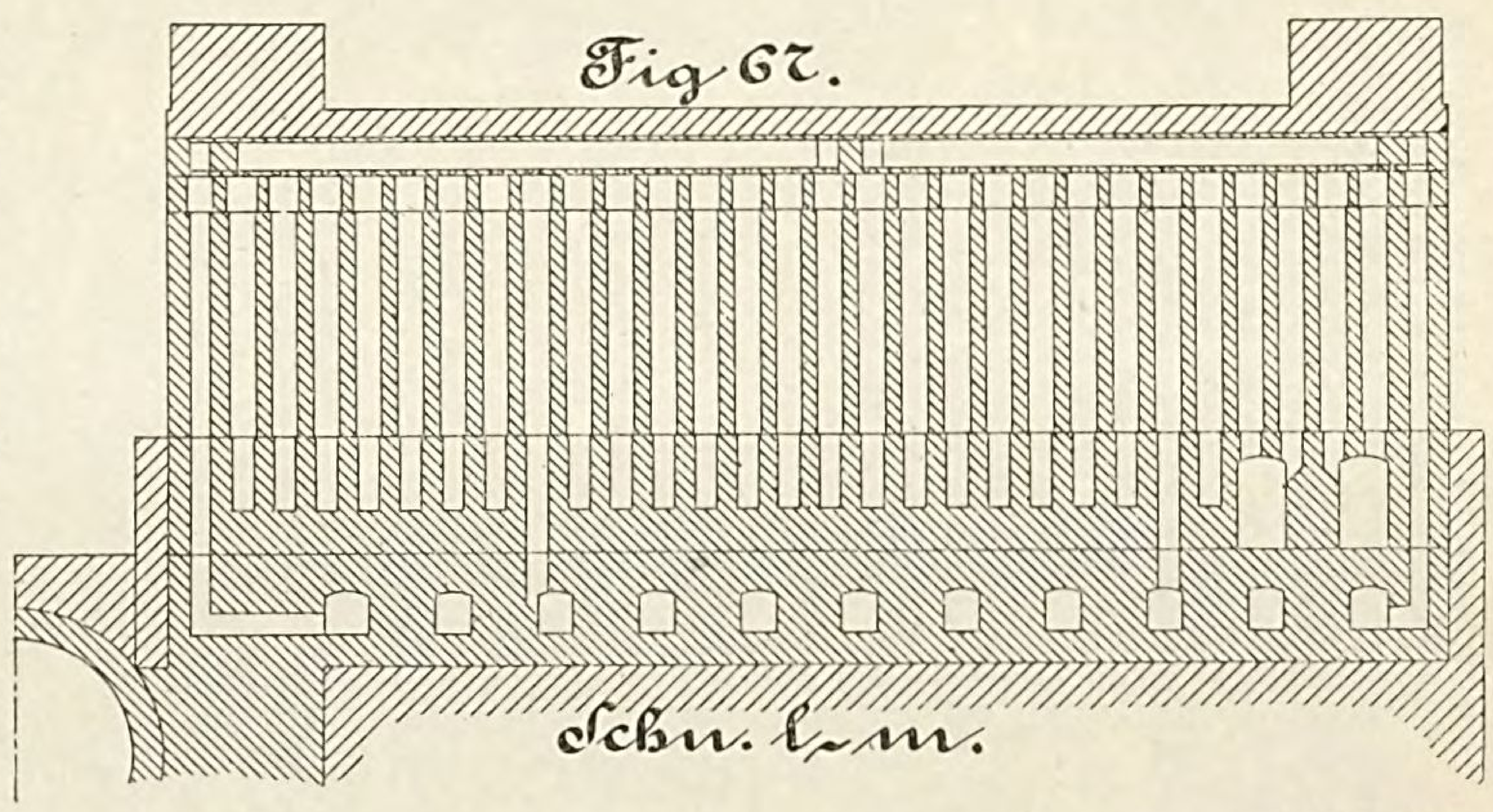
§ 606. Dr. Otto's Patentansprüche (No. 7054) bestehen in:

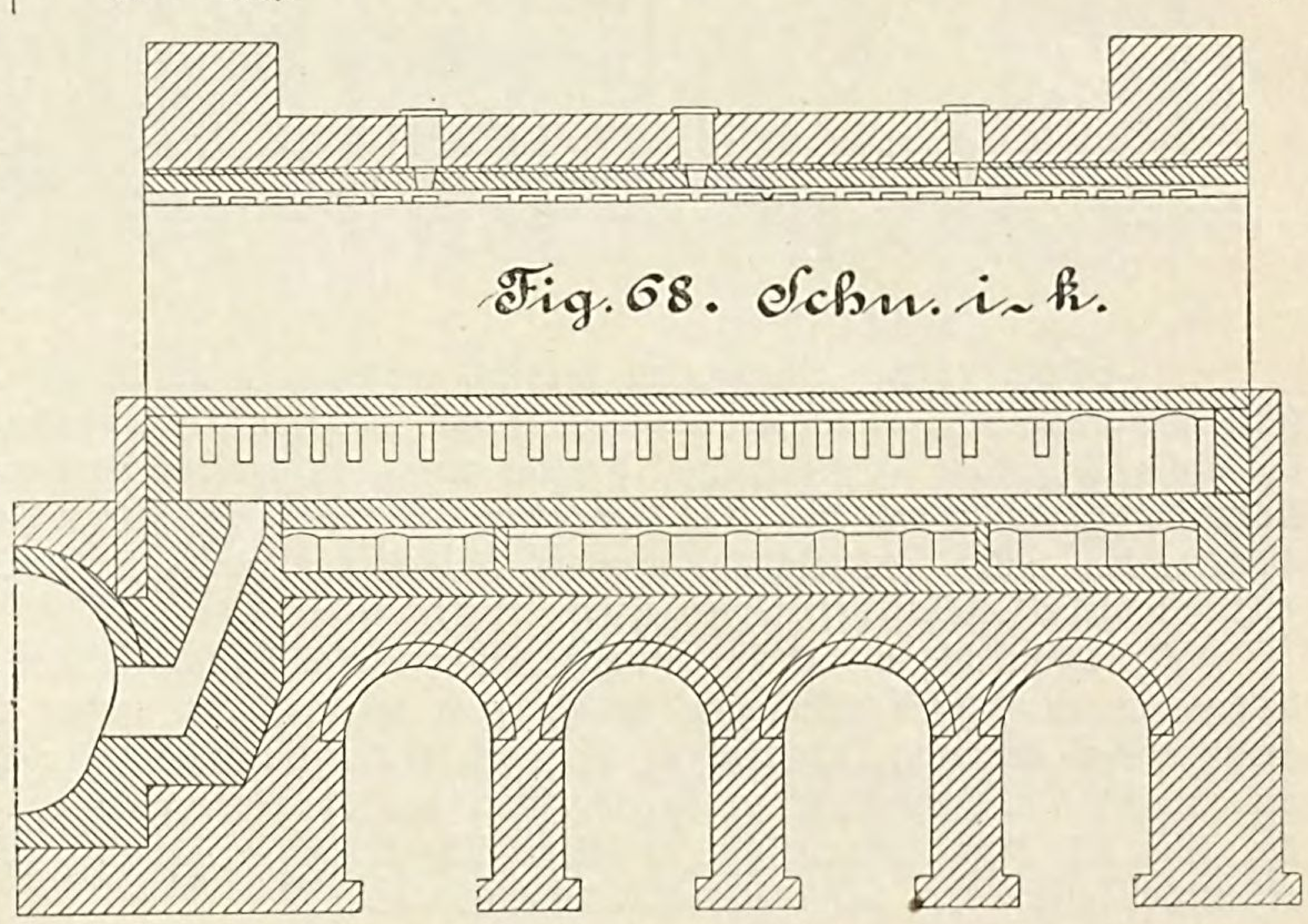
1. Führung der heissen Luft aus den Kühlcanälen in die Seitencanäle der Oefen und ihre Verwendung zur Verbrennung der Ofengase in der angedeuteten Weise. Dabei ist es als gleichgültig bezeichnet, ob die Canäle horizontal oder vertical sind.
2. Lufterhitzung in Canälen, die in den Ofengewölben ausgespart sind und die Benutzung der Luft als Verbrennungsluft im Cokesofen oder den Seitenwänden in der angedeuteten Weise.

Diese Cokesöfen haben besonders mit schwachbackenden gasarmen Kohlen vorzügliche Resultate gegeben.

§ 607. Grosses Aufsehen erregte der zur Darstellung von Gascokes, d. h. leichten für die Benutzung im Holzkohlenhochofen geeigneten Cokes entworfene Retorten-Doppelofen von Dr. Otto & Co. in Dahlhausen, dessen Skizze in Fig. 69 nach der Patentzeichnung wiedergegeben wird.







Es liegen in dem Massiv des Ganzen zwei Reihen Retorten der Art übereinander, dass immer eine Retorte der Oberreihe $\alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha$, und eine der Unterreihe $\beta, \beta, \beta, \beta, \beta, \beta$ miteinander abwechseln. Die Aufgebeöffnungen der Oefen, drei der Länge nach gleichmässig vertheilt auf jedem Ofen, liegen jedesmal in einer Reihe wie dies die Durchschnittslinie *P-Q* und der danach in der Figur wiederge-

gebene Durchschnitt zeigt. Zwischen diesen nebeneinander liegenden Aufgebeschächten befinden sich schmale nach unten ziehende Canäle, welche in die verticalen Gaszüge der unteren Retortenreihe Verbrennungsluft führen, die in den im Horizontalschnitt *L-M* aufgedeckten Vertheilungscanälen vorgewärmt wurde. Die oberen Verticalgaszüge erhalten die Luft aus demselben Vertheilungsraum durch zahlreiche runde Oeffnungen.

Verfolgt man den Weg der Gase, so sieht man, dass die Gase der oberen Retorten, jederseits unter dem Gewölbe in die, von der Maschinenseite aus gezählt, 1[te] 3[te] 5[te] u. s. w. Anordnung der in jeder Wand doppelt vorhandenen Verticalcanäle ziehen, dort gleich am Anfang ihres Wegs Luft erhalten und abwärtsziehend in die durchgehenden Sohlencanäle gelangen. Inzwischen sind die Gase der unteren Retortenreihe aus den Gewölben nach oben tretend in den rechts gelegenen Arm der Verticalzüge 2, 4, 6 u. s w. gelangt, steigen bis an die Auflage der oberen Retortengewölbe im selben rechten Arm auf, erhalten dort ebenfalls Verbrennungsluft und fallen in den linken Arm der Züge 2, 4, 6 u. s. w. gelangend herab, um ebenfalls in die Sohlencanäle der oberen Retortengruppe zu strömen und sich mit den vorher verfolgten Gasen dieser Retorten zu vereinigen.

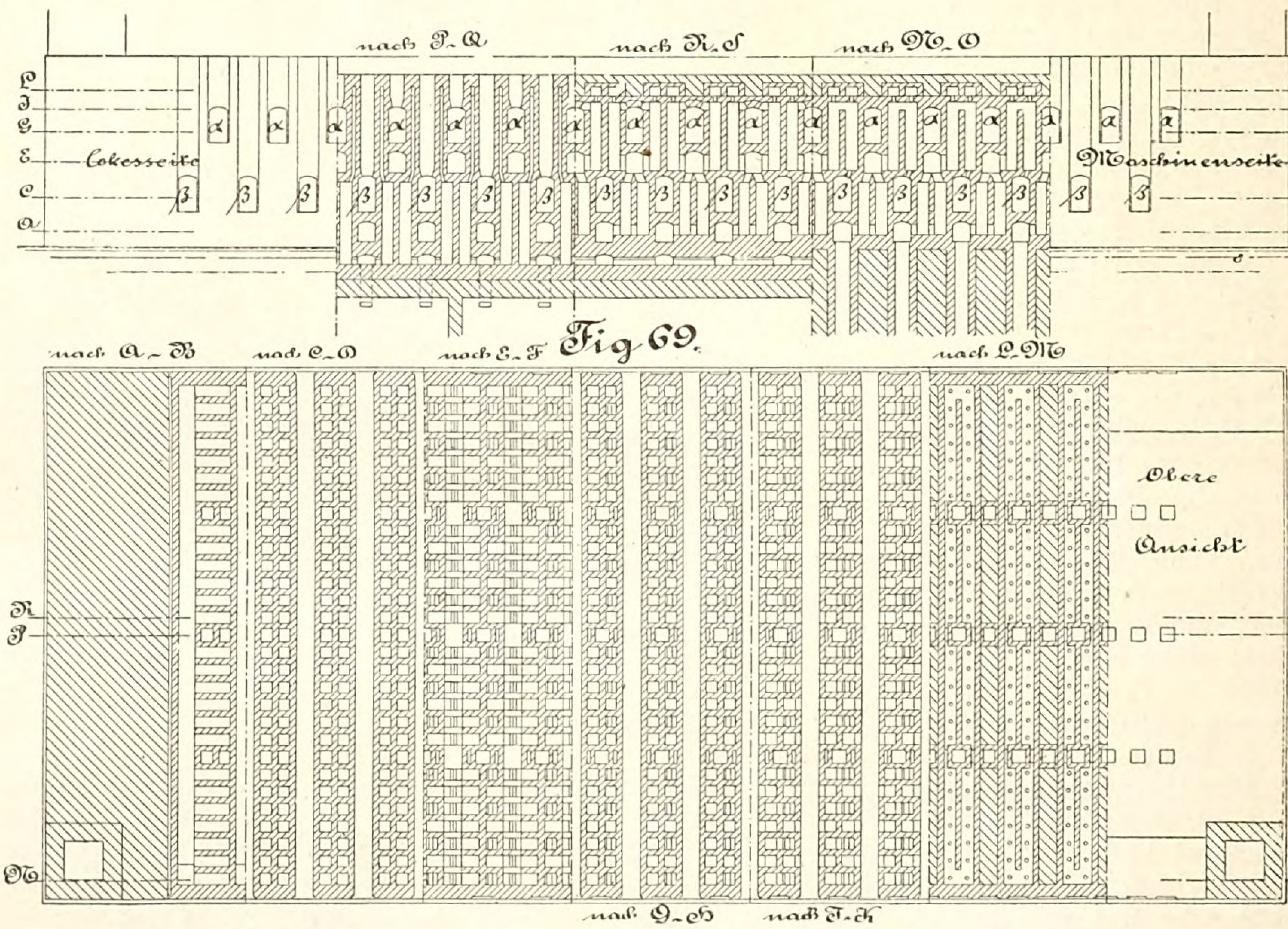


Fig. 69.

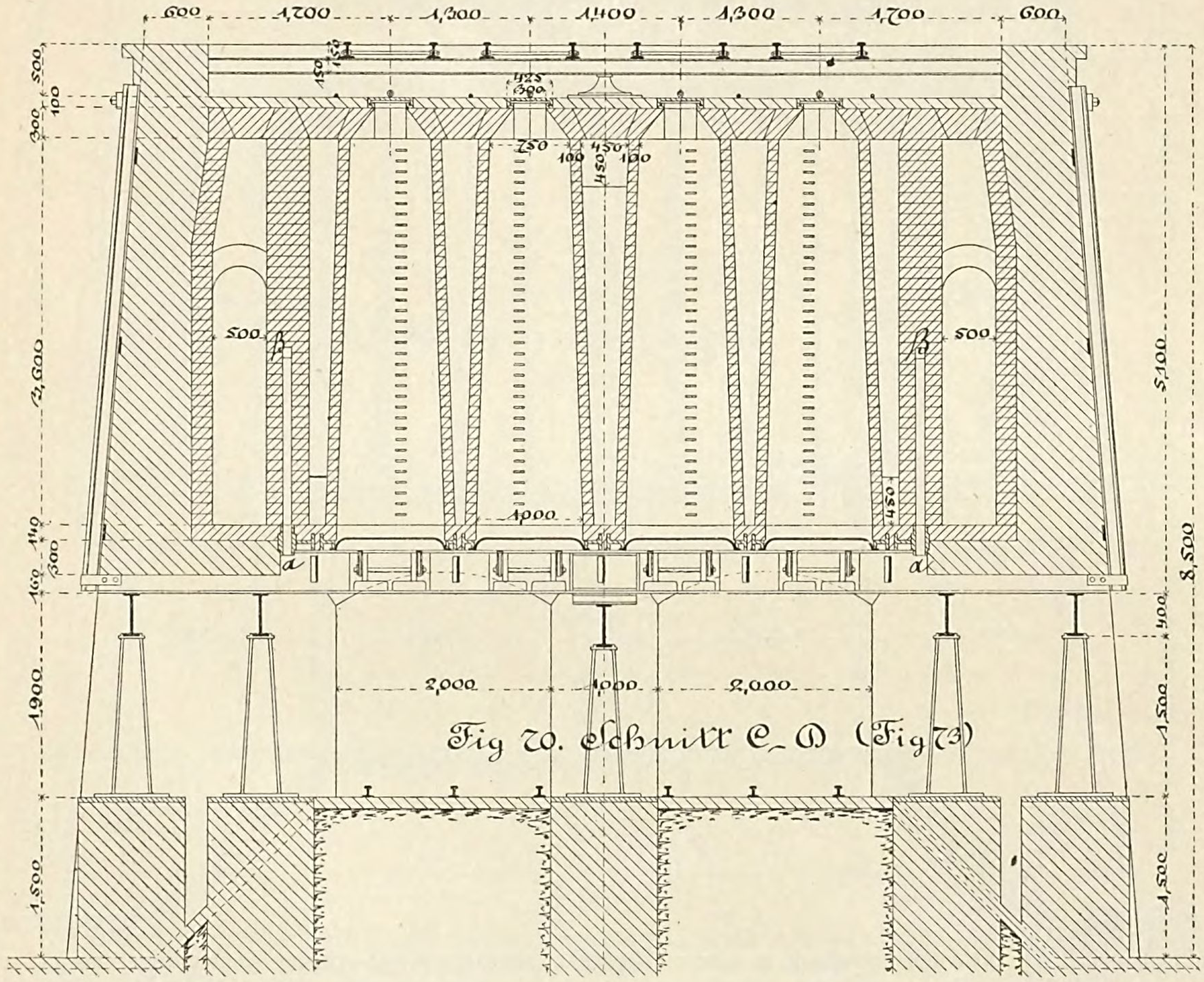
§ 608. Beide Gasmassen vereint, treten nun durch 48 Oeffnungen im Boden der Sohlencanäle (cf. Grundriss *E-F*, Verticalschnitte *R-S* und *N-O*) in die zwischen den unteren Retorten angebrachten, ebenfalls doppelten Verticalzüge, welche unten verbunden sind und nach dem Sohlencanal des jedesmal links belegenen Ofens die Gase abgeben (cf. Grundriss *A-B*, Verticalschnitte *N-O* und *R-S*). An der Vorderseite fallen die Gase aus dem Sohlencanal in den Hauptgasabzug, der nach der Esse führt (cf. Gruudriss *A-B*, Verticalriss *N-O*).

Die in den durch die Aufgebeschächte der Retortenreihe gelegten Längsschnittebenen (cf. *P-Q*) belegenen unteren Verticalzüge setzen sich weiter nach unten fort, münden nicht in den Sohlencanal der unteren Retorten, sondern in die noch tiefer liegenden Trockenzüge, welche unter einander durch eine Reihe von Querzügen verbunden sind und die Gase gelangen von da aus ebenfalls nach den Essen. Da von 27 Doppelzügen nur 3 diese Trockung vermitteln, so erleidet die Gasausnutzung für den eigentlichen Process keine bedeutende Einbusse.

Durch diese sinnreiche Construktion sollte zunächst der durch Verbreitung des elektrischen Lichts eventuell gefährdeten Produktion von Gascokes zu Heizzwecken eine neue Grundlage gegeben werden, indem aus feinen, staubförmigen Gaskohlen oder anderen gewöhnlichen Cokeskohlen Gascokes als Hauptprodukt dargestellt werden. Dann aber sollten auch fette Kohlen zu Gascokes verarbeitet

werden, da der kleine Querschnitt der einzelnen Kammern in Verbindung mit dem durch die Construktion bedingten sehr heissen Ofengang dies möglich macht und die Garung in vier Stunden bewirkt.

§ 609. Unter No. 7825 ist Th. von Bauer und Carl Gödecke eine Cokesofenconstruktion patentirt worden, welche auf die Appolt'sche Disposition sich stützt, in einem Massiv aber 30 Retorten oder verticale Destillationsräume unterbringt. Der unterscheidende Patentanspruch besteht darin, dass zunächst durch Mauerzungen, welche zwischen den Retortenwänden eingebaut sind, den austretenden Gasen des Ofens eine gewisse Direktion gegeben wird, so dass dieselben an der äusseren Ofenwand herauf und heruntergeführt werden, ehe sie in die Hauptabzugscanäle und nach den vier Essen des Massivs gelangen. Ein weiterer mit der Anlage dieser Mauerzungen verbundener Anspruch der Patentinhaber ist die durch das Vorhandensein der Zungen bedingte grössere Festigkeit des ganzen Retorteneinbaues. Besonderer Werth wird später auch noch auf den gänzlichen Wegfall der in der Patentzeichnung noch beibehaltenen sonstigen Verbandsteine gelegt.



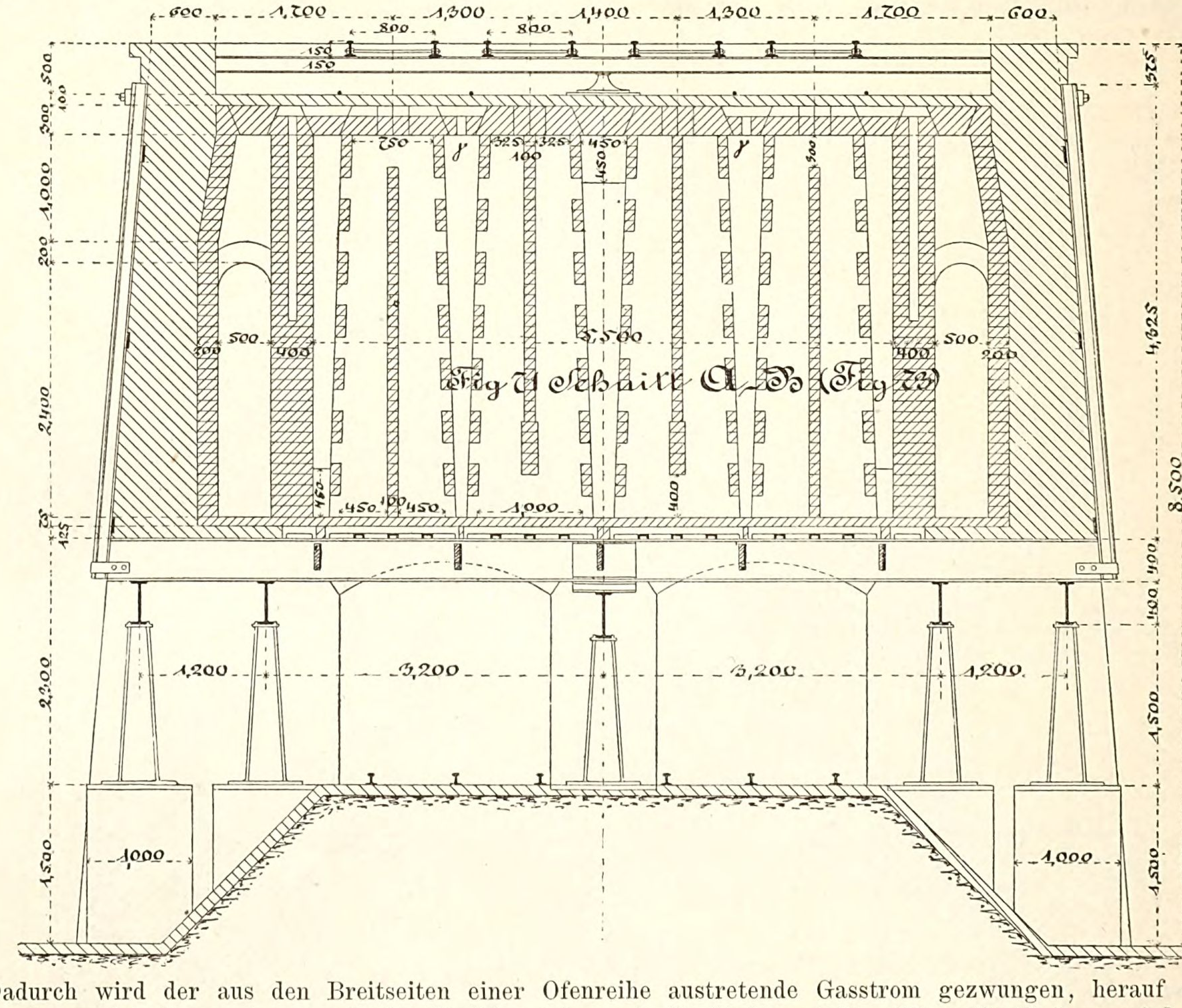
Als weiterer Vorzug dem Appolt-Ofen gegenüber, wird angeführt, dass die Verbrennungsluft durch die ganz bestimmte Leitung des Gasstroms eine ebenso bestimmte und sichere wird, indem es möglich ist, wie bei den vorher erwähnten Otto'schen Cokesöfen die Luftzuführung direkt an dem Austritt der Gase aus der Retorte zu beginnen und sie nach Bedarf an verschiedenen Stellen des weiteren Weges der Gase zu wiederholen.

Die Oeffnungen nun, welche die Gase aus dem Ofen in die Canäle treten lassen, liegen nach den Patentzeichnungen fast am Fuss der Retorte auf der Breitseite. Es sind deren jederseits neun von flachem Querschnitt, wie sie auch Appolt ursprünglich angeordnet hatte. Am oberen Ende ist jederseits noch eine solche Oeffnung, nach dem Wortlaut der Patentbeschreibung zur Entfernung des Wasserdampfes reservirt.

§ 610. Wie alle neuen Projekte veränderte und vereinfachte die praktische Anwendung auch dieses und die Fig. 70—75 stellen einen von C. Gödecke in Düsseldorf 1880 ausgestellten modificirten Ofen des erwähnten Patents dar.

Wie aus Fig. 70 und 73 (Längenschnitt *J-K*) hervorgeht, sind nunmehr die Gasaustritte auf die ganze Höhe des Schachtes vertheilt und dann liegen nicht mehr zwei, sondern vier Retorten in einer Breite nebeneinander. Diese Disposition bedingt, dass die Gase zur Hälfte in der Mitte zwischen den beiden inneren Retortenreihen zusammengeführt werden, während die andere ungefähre Hälfte rechts und links von den äussersten Retorten sich zusammenfindet. Diese Stromtheilung ist keine absolute, da die Nebenräume und Canäle alle zusammenhängen.

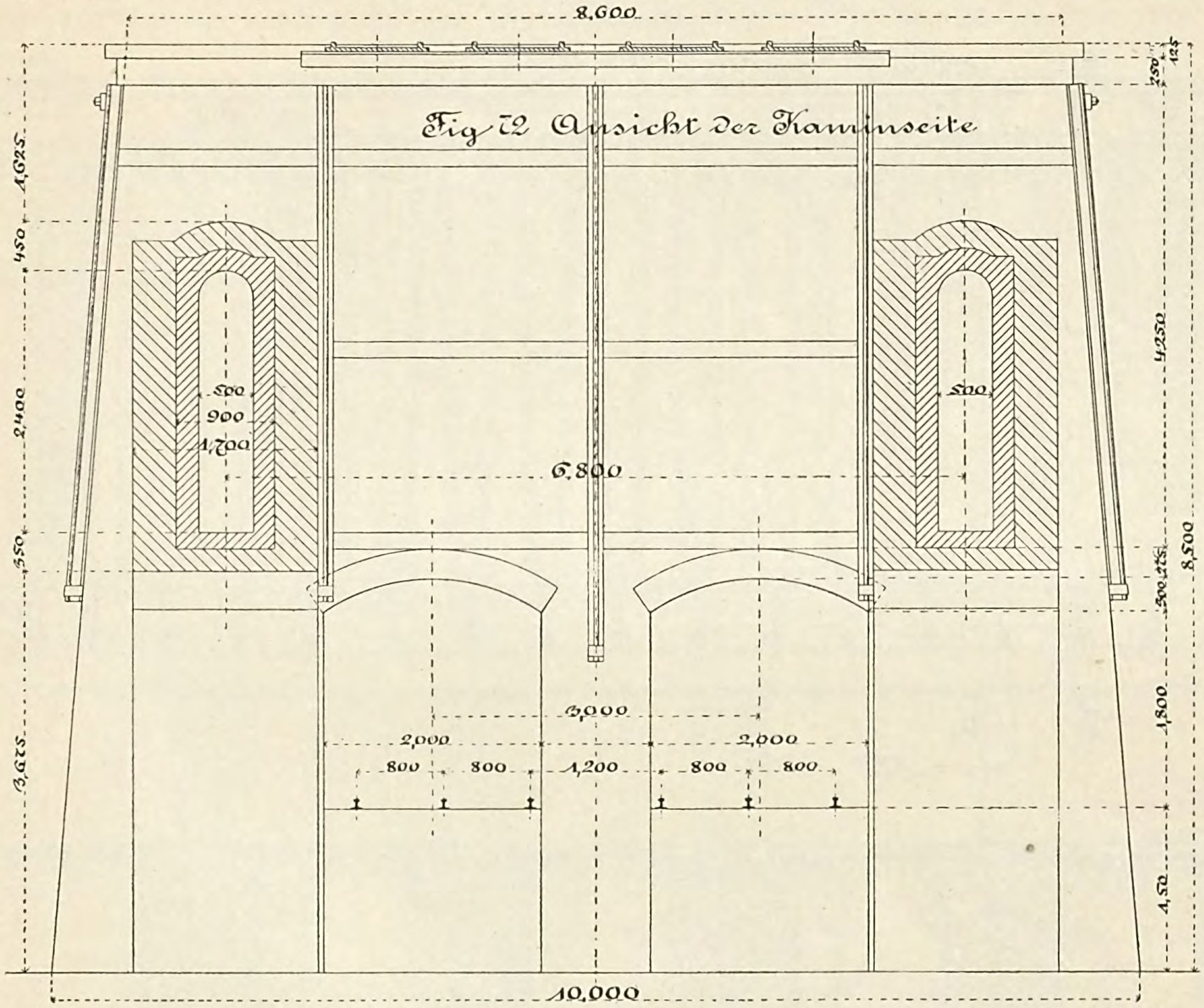
Die Retortenwände sind gegenseitig durch Mauerzungen verbunden, wie die Grundrisse *V-W*, *X-Y*, *Z-Z* (Fig. 75) ergeben. Diese Verbindung ist auf den Breitseiten der Retorten eine dreifache, da erstens die beiden Retortenwände durch aus je drei Steinen bestehende Binder (zwischen sich zwei Binderstärken offen lassend) zusammenhängen, dann aber auch im Mittel der Breitseite Mauerzungen zwischen die Wände eingebaut sind, von denen die beiden mittleren unten, die äusseren oben unterbrochen sind.



Dadurch wird der aus den Breitseiten einer Ofenreihe austretende Gasstrom gezwungen, herauf und herab zu cirkuliren, ehe er mit den Nachbarströmen in Verbindung tritt. Diese Verbindung wird dadurch hergestellt, dass drei von den zwischen den Schmalseiten ebenfalls vorhandenen Zungen durchbrochen sind. Dieser Mauerzungen sind im Ganzen fünf, von denen die mittelste (zwischen den beiden inneren Retorten) oben (Schnitt *R-S* Fig. 73), die beiden äussersten (zwischen einer der äusseren Retorte und der feuerfesten Innenwand des Massivs) unten (Schnitt *E-F* und *T-U*, Fig. 73) abgesetzt sind und Oeffnungen von 450 mm Höhe freilassen. Die Zungen zwischen den mittleren und äusseren Retorten sind voll (Schnitt *L-M*, Fig. 73).

§ 611. Durch diese sinnreiche Disposition der Mauerzungen zwischen den Retorten werden die Gase gezwungen, mehrfach an den Retortenwänden herauf und herunter zu streichen, ehe sie die nach den beiden Füchsen führenden Schlitze (cf. Längenschnitt *T-U*, Fig. 74 und Grundriss *V-W*, Fig. 75) erreichen. Diese Schlitze liegen paarweise in dem 2^ten^ 4^ten^ 6^ten^ u. s. w. Intervall der äussersten auf den Schmalseiten aufstossenden Bindemauern, während das 1^te^ 3^te^ 5^te^ u. s. w. Intervall zur Zuführung der Verbrennungsluft benutzt wird, welcher dadurch eine bessere Vertheilung gegeben werden kann, als bei A p p o l t möglich.

Die Einführung der Luft erfolgt durch mit Armaturen versehene Einströmungsöffnungen, in der Wand zwischen Ofeninnerem und Kamincanal, welche Einströmungen im Mittel jeder Retortenreihe sich wiederholen. In den Figuren 70 bei α, α und 75 bei α_1 α_1 α_1 ist die Anwendung dieser Oeffnungen angedeutet, durch welche die Luft aufwärts steigt und zunächst nach einem Horizontalcanal β β gelangt. Aus diesem steigen im Mittel der Zwischenräume 1, 3, 5, 7 u. s. w. Canäle herauf, welche, wie dies in Fig. 71, sowie in Fig. 75 (Grundrisse *V-W*, *X-Y* und *Z-Z*) angedeutet ist, bis in die Decke der Retortenzwischenräume geführt und horizontal bis in das Mittel des rechten und linken Retortenpaares laufen. Sie öffnen sich nach unten, Fig. 71 bei γ γ, Fig. 73 (Längenschnitt *L-M*) bei γ γ; die Luft trifft also ziemlich frühe die sich entwickelnden Gase und hat dabei doch Zeit gehabt, sich hoch zu erhitzen.



§ 612. Die feuerberührte Fläche beziffert sich einschliesslich der Oeffnungen, der Binder und Zungenflächen auf $2 \times 3{,}600 \left(\frac{1{,}200 + 0{,}950}{2} + \frac{0{,}250 + 500}{2}\right) = 10{,}44$ qm. Die Binder veranschlagen sich nach Fig. 71 auf 4×22 Steine zu 100×100 m, oder im Ganzen pro Retorte auf 0,88 qm. Die Zungen sind auf den Breitseiten verschieden, auf den Schmalseiten aber pro Retorte gleich, weil einerseits eine volle, andrerseits eine abgesetzte Wand sich findet. Die Zungen der Schmalseiten bestehen aus einer vollen 3 m langen, 100 mm breiten und einer 3,6—0,45 m langen und ebenso breiten, zusammen mit 0,675 qm Fläche. Die Zungen der Breitseiten sind an den Mittelretorten um einen Stein kürzer, dagegen in den fünf unteren Steinen stärker als 100 mm. Lässt man hier einen Ausgleich zu, so stossen an jeden Ofen zwei Zungen von je 33 Steinen, zusammen also 0,66 qm.

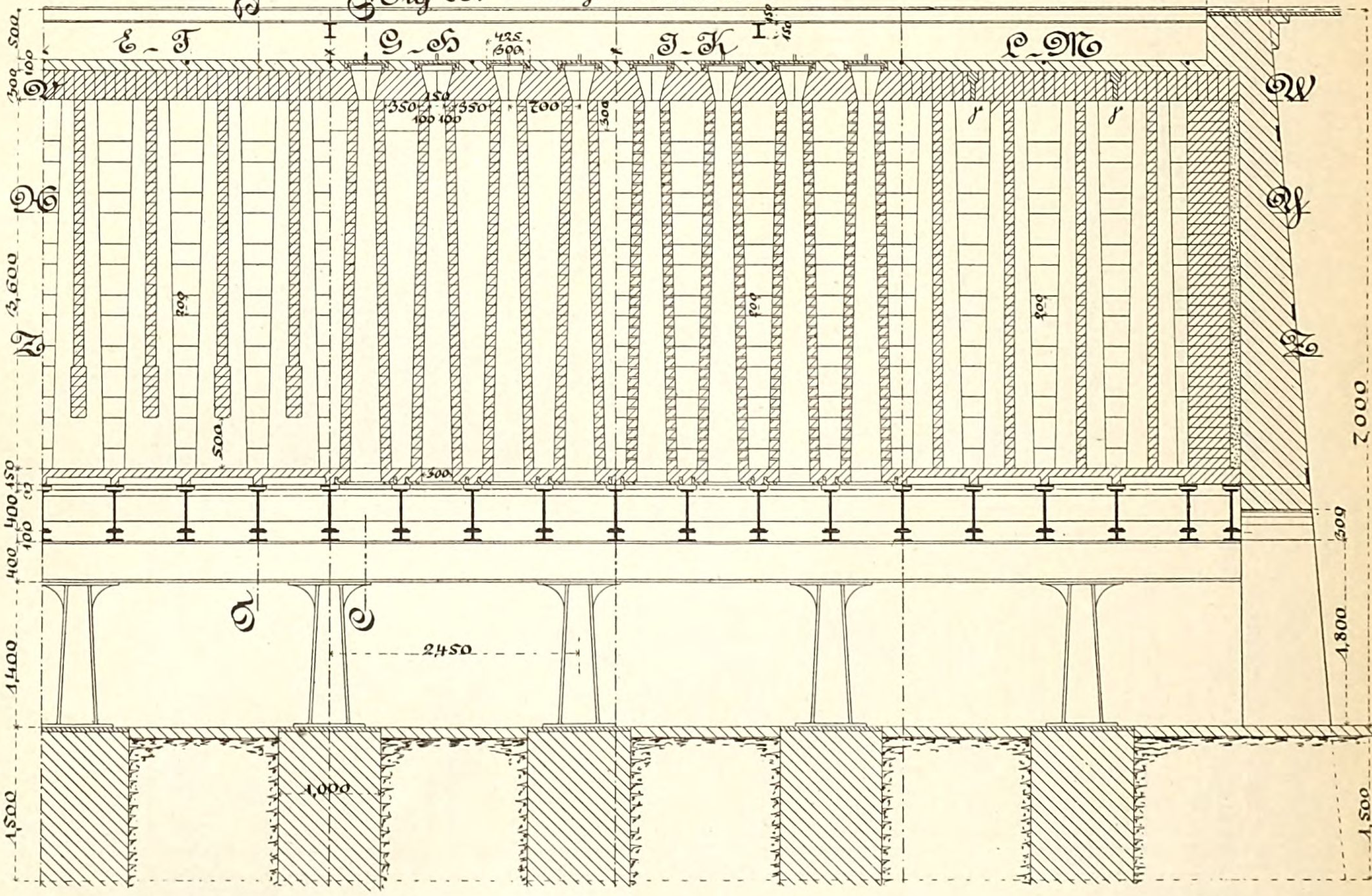
Die bei ganz strenger Auslegung des Heizflächenbegriffs von der Totalfläche mit 10,44 qm abzuziehenden durch Binder und Zungen bedeckten 2,215 qm ergeben einen nutzbaren Rest von 8,225 qm gegenüber einem Inhalt von 0,7 cbm, woraus die übrigen Verhältnisse sich leicht berechnen lassen.

§ 613. Die Construktion des Ofens selber erhellt am Besten aus den Skizzen. Ungleich dem Appolt-Ofen, der im Sockel nur von zwei Gewölben durchzogen wird, ist hier der ganze Unterbau aus

Säulen und eisernen Trägern, die sich kreuzen, aufgerichtet. Fünf Träger von 400 mm Höhe gehen der Länge nach durch den ganzen Block und ruhen unmittelbar auf den mit sattelartigen Capitälplatten versehenen Stützen. Quer dazu liegen unter jedem Ofenintervall kürzere, ebenfalls 400 mm hohe Träger, dieselben sind auf den vier äusseren Längsträgern direkt, auf dem Mittelträger aber nicht unmittelbar aufgelagert. Ein niedriger 100 mm hoher, breitflügeliger Doppel-T ist dort untergelegt und darüber ist der Träger noch mit U-eisen verstärkt, wenn er nicht, was die Zeichnung im Unklaren lässt an jener Stelle getheilt ist.

An den Enden dieser fast 10 m langen Querträger ist alternirend ein Bügel angeschraubt, um die als äussere Verankerung benutzten Eisenbahnschienen zu befestigen. Die Träger sind untereinander durch angeschraubte Flacheisen spreizend verbunden, die genau unter den Längsintervallen stehen und in Fig. 70 und 71 durchschnitten, Fig. 73 und 74 in der Ansicht angedeutet sind.

Fig. 73. Laengenschnitte



Auf den Querträgern sind, vermittelt durch kurze U-eisenstückchen die unteren Thürrahmen der Retorten aufgelegt, welche mit ihren Schmalseiten, die einen nach unten übergreifenden Rand haben, ebenfalls den Querträger direkt berühren. Die Rahmenconstruktion ersieht man aus den Fig. 70 und 73, und dem Horizontalschnitt über den Thürrahmen Fig. 75. Die Kosten mit den Luftzulässen ruhen ebenfalls auf den Querträgern auf.

Die Verschlüsse der Oefen, die bei Fig. 70 und *N-O*, *P-Q* Fig. 74 gezeichnet sind, an letzter Stelle allerdings ohne Berücksichtigung der Anschlagplatte, bestehen aus nach innen gewölbten, getümpelten oder gepressten Blechen mit schmalem Rand.

Zwei Flacheisen parallel der Schmalseite von Rand zu Rand gespannt, sind mit Angelstücken verschweisst, welche auf einer in Knaggen drehbaren Welle sitzen. Die Knaggen sind auf einer dünnen Platte montirt und die ganze Vorrichtung mit dieser Platte auf die Stegfläche des Querträgers geschraubt. Dadurch ist ein bequemes Auswechseln möglich; ein vollständiges Demontiren würde an diesen exponirten Stellen seine Schwierigkeit haben.

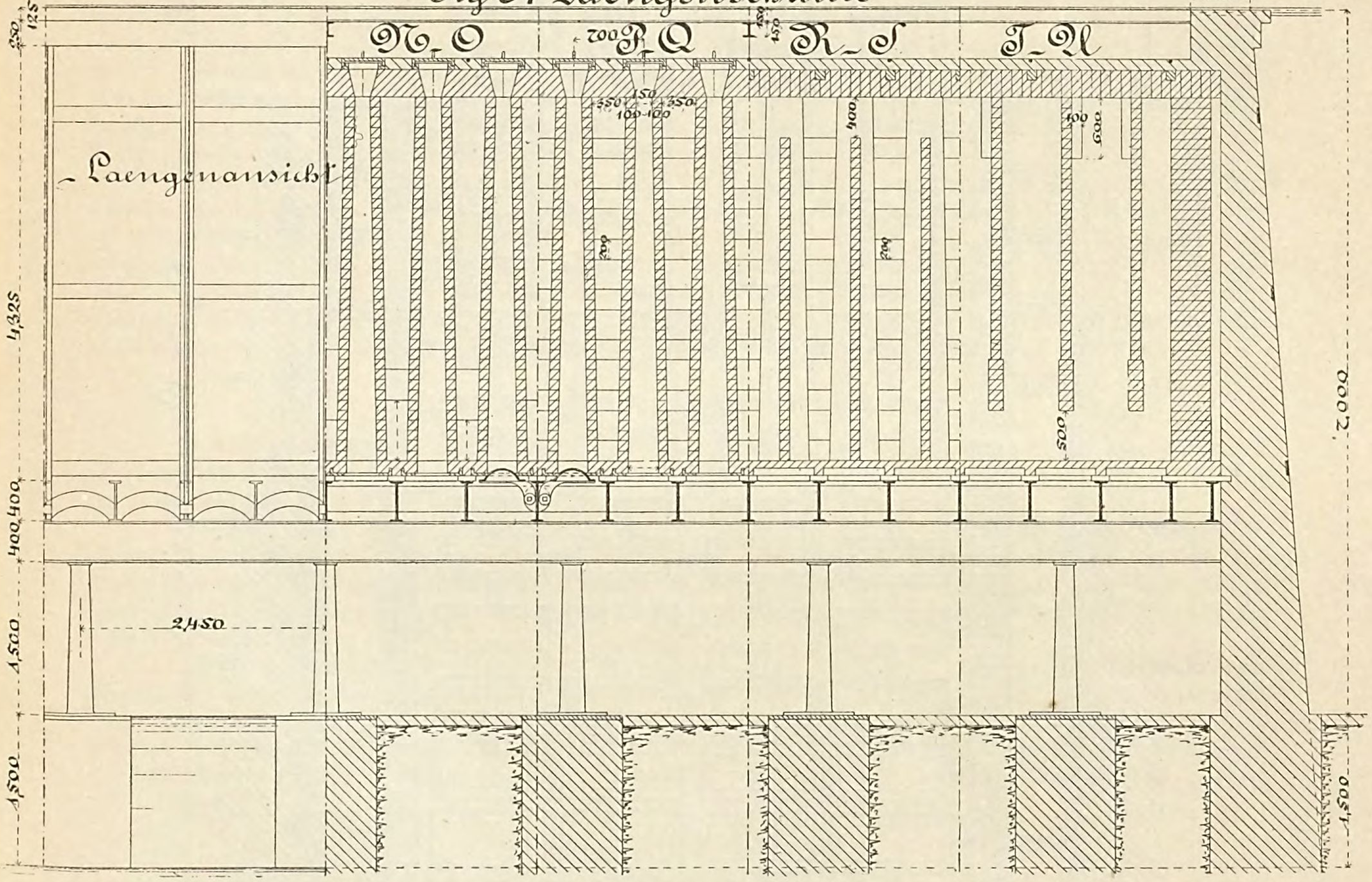
Der Aufbau der Ofenräume auf dem eben beschriebenen Eisengerüst ist ohne Weiteres verständlich, ebenso der Deckenabschluss der z. Th. mit grossen Formatsteinen bewirkt wird.

Die Geleise zur Besetzung der Retorten liegen auf 150 mm hohen Trägern, welche in Abständen von sechs Retortendistanzen à 700 mm, also von 4,200 m quer über den Ofen gelegt sind. Die Schienen selber sind 150 mm hoch, also selbst tragfähig genug und das Ganze bildet ein festes Gitter von Trägern über der Decke des Ofens. Von Massiv zu Massiv setzen sich die Geleise fort, ebenso der Kamincanal, wie aus Fig. 72 hervorgeht — eine Anordnung die den Appolt'schen Oefen entlehnt ist.

§ 614. Einen interessanten Beitrag zur Cokesofenconstruktion gibt auch Lencauchez in seinem Buch (Étude sur les combustibles en général etc. S. 283, Taf. 26), doch sind die Aeusserungen des sehr vielseitigen Verfassers mit Vorsicht aufzunehmen.

Die Oefen sind Coppée's von 0,5 m Breite (Mittel), etwas divergirenden Seitenwänden, ziemlich hoch (1,250 m) und sollen 2500 Kilos schwachbackende Kohlen in 24 Stunden vercoken. Die Gase

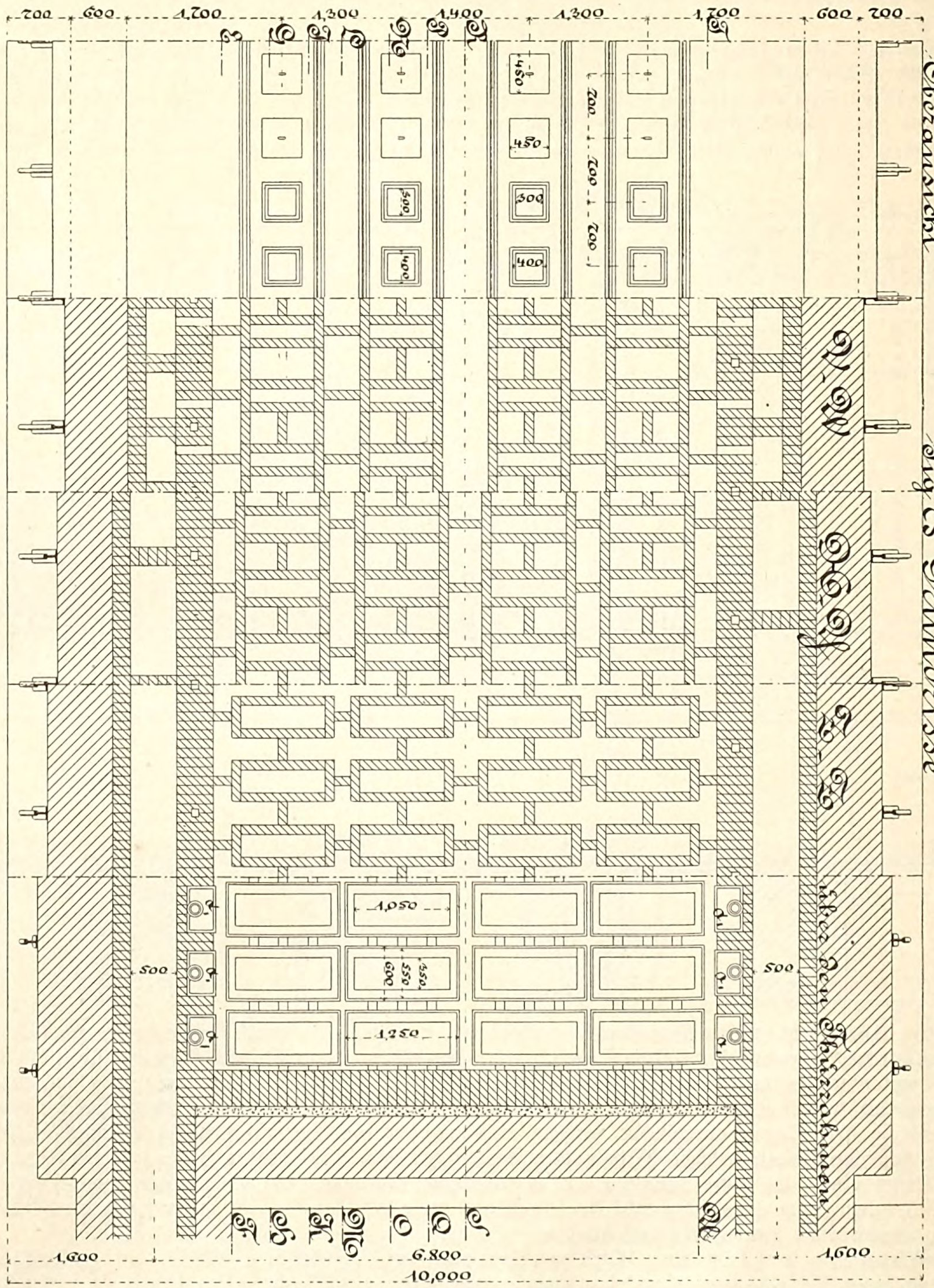
Fig. 74 Laengenschnitte



ziehen etwa 0,5 m unter dem Gewölbrand seitlich ab, nachdem sie durch höher gelegene Oeffnungen heisse Luftströme beigemengt erhalten haben. Die Gasabzüge liegen in den Wänden doppelt hintereinander und abwechselnd erhält ein Paar Züge, Gase vom einen und vom anderen Ofen, während dazwischen einzelne Paare von rechts und von links Gase bekommen. Durch Anwendung besonderer Steine, mit je drei Zügen durchbohrt, welche Lencauchez auf derselben Tafel skizzirt, sollen die baulichen Schwierigkeiten solcher Wände überwunden werden. In Mitten jedes vierten Paares der Gaszüge liegt einer der von unten nach oben führenden Luftzüge, die dicht unter dem Gewölbe ausmünden. An dem Ende des Ofenmassivs ist ein Kessel angelegt, der die Gase verwendet, nachdem ihnen nochmals vorgewärmte Luftströme zugeführt worden sind.

Wie die meisten der das Werk von Lencauchez begleitenden Tafeln, ist auch diese die Darstellung eines Projekts, gegen welches manche Verhältnisse z. B. die Verstärkung des Wandmauerwerks in einem die Anforderungen der vermehrten Canäle übersteigendem Maass Bedenken zu erheben gestattet. Auch die weiterhin ausgeführte Idee, durch die Dampferzeugung vermittelst der Cokesofengase die gesammte Betriebskraft eines Hochofenwerks herzustellen und die Hochofengase ausser zur Winderwärmung zum Puddeln zu benutzen, ist Stoff zur Kritik.

§ 615. Eine für kleinere Verhältnisse eventuell brauchbare Combination einthüriger Cokesöfen mit Kesselheizung theilt Clavière (Portefeuille économique des machines 1866. Taf. 17—18) mit. Andere Constructionen finden sich zerstreut in den Jahresberichten von Kerpely, sowie in verschiedenen Lehrbüchern z. B. Percy (Metallurgy I), wo englische Oefen besondere Berücksichtigung gefunden haben.



Andere Cokesofenconstruktionen z. B. die von Mc. Lanahan, welche Wedding in seinem Bericht über die nordamerikanische Eisenindustrie beschreibt — die von Ringel, über welche in Kerpely's Jahresberichten Bd. 10 und 13, 14 das Nähere mitgetheilt wird, sind mehr oder minder Varianten der im Vorstehenden ausgeführten Constructionen. In der Beschreibung von Georgs-

Marienhütte von Funk und Wintzer (als Separatabdruck aus der Zeitschrift des Hannöverschen Archit.- und Ingen.-Vereins bei Schmorl und von Seefeld 1872 erschienen) ist die Anlage und der Betrieb von zweierlei Cokesöfen Francois'schen Systems beschrieben und abgebildet.

Der Convertercokesofen von von Kunowsky (Deutsches Reichspatent 7625) ist höchstens als Curiosum anzuführen und wird das Stadium der Idee kaum jemals verlassen.

§ 616. Wesentlich neu ist der Cokesofen von F. Lürmann in Osnabrück, welcher aus einer Erweiterung des Retortenraumes des Gröbe-Lürmann'schen Generators hervorgegangen ist und augenblicklich im Grossen Anwendung findet.

Die allgemeine Disposition des Ofens ist so, dass ein dünnwandiger Entgasungsraum mit geneigter Sohle und leicht divergirenden Wänden in einen Vorraum mündet, der als Abkühlungsraum für die Cokes bezeichnet wird. Der Entgasungsraum wird mittelst einer mechanischen Vorrichtung mit dem zu vercokenden Gemisch geladen, ohne den Ofen öffnen zu müssen; die flüchtigen Produkte der Entgasung umspülen, in sinnreich disponirten Canälen und Zügen, mit vorgewärmter Luft versehen und brennend, den Entgasungsraum, den sie in sehr hoher Temperatur halten und können dann, nachdem sie diese Leistung in der ausgiebigsten Weise verrichtet haben, noch sehr gut zur Kesselheizung verwendet werden. Durch richtige Disposition der Zungen in den Gaszügen ist es möglich, dem Entgasungsraum wie auch den sonstigen Wärmetransmissionswänden eine der kleinsten Dimension gewöhnlicher Steinformate entsprechende Abschwächung zu geben und die Relation der feuerberührten Fläche zur Totalfläche günstiger zu machen als bei den meisten Systemen horizontaler Cokesöfen.

Man ist im Stand gewesen, in den Lürmann'schen Oefen Mischungen von über 70 $/_{00}$ anthracitischen Kohlen mit weniger als 30 $/_{00}$ backenden Zusätzen zu basalthartem, das Glas schneidenden Cokes zu verarbeiten und haben diese Resultate verdientes Aufsehen erregt. Der Erfinder hat durch Ausarbeitung mehrerer mit Zeichnungen versehener Brochüren die allgemeine Beurtheilung der Principien seiner Construktion sehr erleichtert. Es muss hier umsomehr darauf verwiesen werden, als die grösseren Anlagen Lürmann'scher Cokesöfen, welche bereits gegen die ursprünglichen Versuchsöfen erhebliche Abänderungen von Construktionseinzelheiten zeigen, erst seit verhältnissmässig kurzer Zeit im Betrieb stehen.*)

Vercokung mit Gewinnung der Destillate.

§ 617. Alle bisher beschriebenen Cokesöfen berücksichtigen in keiner Weise die Gewinnung von Destillaten und nur bei dem Dubochet-Pauwels'schen und dem Lürmann'schen Ofen ist Seitens der Construkteure auch diese Möglichkeit in das Auge gefasst worden.

Nachdem lange Jahre hindurch Versuche mit Cokesöfen, welche Condensationsvorrichtungen besitzen, im Bezirk von St. Etienne gemacht worden sind, und deren Resultate verschiedene Beurtheilung erfahren hatten, hat eine Gesellschaft in jenem Bezirk die Sache in die Hand genommen und mit bedeutenden Mitteln Anlagen ins Leben gerufen, deren Resultate die Aufmerksamkeit der Eisenhütten endlich erregte.

Diese Gesellschaft, Société de Carbonisation de la Loire, Carvès & Co., 1858 zum Zwecke der Cokesfabrikation gegründet, versorgte Jahre lang die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn mit Cokes (täglich 60 Tons) und lieferte verschiedenen Industrien den erforderlichen Brennstoff. Die alten, ziemlich kostspieligen Oefen der Anlagen sind später mittelst einer einmaligen Ausgabe von 1500 Frcs. = 1200 Mark pro Ofen zur gleichzeitigen Produktion von Cokes und Destillaten eingerichtet worden.

§ 618. Ausser Cokes von befriedigender Beschaffenheit werden fabricirt:

Graphit, welcher zur Stahltiegelfabrikation Abnahme findet;
Asphalt, zur Darstellung der Briquettes verwerthet;
Benzole verschiedener Beschaffenheit, welche zur Farbenfabrikation, Auflösung des Kautschuk, zu Entfettungen, zum Putzen von Maschinen, Firnisskochen etc. abgegeben werden;
Phenole, die zur Darstellung der Pikrinsäure, des Lyoner Blau, der Desinfektionsmittel, der Toilettenessige u. a. verwerthbar sind;
Schwere Oele, zur Auflösung des trockenen Asphalts (den man oft von auswärts bezieht), zur Beleuchtung, zur Russfabrikation, zum Imprägniren verwendet;
Ammoniumoxyd und Ammoniumsalze zu verschiedenen Zwecken.

In 200 Oefen verarbeitet die Gesellschaft jährlich 80,000 Tonnen Kohlen der verschiedensten Herkunft und producirt in runden Zahlen:

52,000	Tonnen	grobe Cokes
3,500	„	kleine „
50	„	Graphit

welche zusammen 55,550 Tonnen oder 69,40 $/_{00}$ der verwendeten Kohle ausmachen.

*) Briefadresse des Erfinders: F. Lürmann, Osnabrück, Natruper Strasse 8.

Ausserdem erzielte man 2,400 Tonnen entwässerten Theer und 300,000 Kilos Ammoniakfabrikate (nicht Ammoniakwasser).

Die Anlage umfasst alle mechanischen Vorbereitungsapparate die zur Kohlenwäsche gehören, allen Zubehör zur Cokesfabrikation (Ausdrückmaschinen, Destillationsleitungen, Theercondensatoren), sowie Specialateliers zur Theerdestillation, zur Fabrikation der Benzol- und Phenolpräparate, sowie der Ammoniaksalze.

Ausser dem Nutzen bei dem Cokesverkauf, hat die Gesellschaft bis jetzt einen mittleren Nettoertrag von 2 Frcs. 50 Cts. = 2 Mark pro Tonne vercokter Steinkohle aus den Nebenprodukten erzielt — ein Gewinn, welcher in den alten Anlagen absolut verloren ging. Eine unter den Auspicien des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute geschehene Publikation in der Kölnischen Zeitung No. 5, 1880, fixirt den Nebengewinn auf 3,4 Mark pro Tonne.

§ 619. Die bis 1878 auf den Eisenhüttenwerken zu Bessèges (Gesellschaft Terrenoire) betriebenen Oefen Carvès'schen Systems haben im genannten Jahr auf der Specialausstellung der Gesellschaft zu Paris Berücksichtigung gefunden und sind im Modell dargestellt gewesen.

Die damals gemachten Zahlenangaben besagten, dass in diesen mit selbstständiger Sohlenheizung (zum Entzünden der aus den Scrubbern zurückgeleiteten Gase), sowie mit Wand- und Seitenheizung versehenen Oefen von 7 m Länge, 0,5 m Breite, 1,4 m Höhe und einem Volumen von 4,7 cbm, eine Charge von 3000 Kilos in 36 Stunden vercokt wurde und 2250 Kilo Cokes ergab (abgerundete Zahlen), also in 24 Stunden 1500 Kilos (Lösche einbezogen).

Es erforderten hiernach 1000 Kilos Cokes 1350 Kilos Kohle und es gaben 100 Kilos Kohle

73,5 Kilos	Stückcokes
2,3 „	Lösche
75,8 Kilos	Cokes im Ganzen,

während eine Destillationsanalyse 79,5 Kilos ergeben hatte.

Ausserdem ergab dieselbe Analyse:

Essenzen und Destillate	0,91	= 6,00 Theer
Oele	2,18	
Pech	2,18	
Ammoniak	0,70	= 5,38 Ammoniakwasser
Wasser	5,31	
Gase	9,12	= 9,12 Gase.

§ 620. Auf dem Frühjahrs-Meeting des Iron and Steel Institut's zu London 1880 hielt H. Simon von Manchester einen sehr interessanten Vortrag über die Verwerthung der Nebenprodukte bei den Cokesöfen, auf welchen Vortrag den Herr Lürmann übersetzt und verbreitet hat, hier verwiesen werden muss.

Noch neuer ist eine Beschreibung des Vercokungsverfahrens Carvès zu Terrenoire in dem Bulletin de la Société de l'industrie minérale 1881, welche gleichzeitig eine Menge Details und Zeichnungen gibt — auf welche ebenfalls verwiesen werden muss, da hier der Raum mangelt, dieses interessanten Betriebes ausführlicher zu gedenken.

Kosten der Cokesofen-Anlagen.

§ 621. Betreffs der Kosten eines Cokesofensystems so werden darüber folgende verlässliche Angaben gemacht, welche sich naturgemäss je nach lokalen und zeitlichen Verhältnissen ändern.

Die Kosten des Appolt'schen Ofens Taf. IV, mit 18 Retorten, werden auf rund 40,000 Mark angegeben. Der Ofen von Pauwels und Dubochet hat (einschliesslich der Gasleitungsapparate) 9,600—12,000 Mark gekostet, wobei auch ein entsprechender Antheil an den Generalkosten für das Zerkleinern der Kohlen mit einbegriffen ist.

Die Oefen von Smet kosten in der ursprünglichen belgischen Façon (einschliesslich Kohlenzerkleinerung, Cokesausdrückmaschine etc.) ca. 1,440 Mark (nach einer Angabe von Jordan), während die Büttgenbach'sche Modification auf 2,400—2,800 Mark im selben Sinn zu stehen kommt.

Die Coppée'schen Oefen stellen sich nach Jordan rund auf 2,000—2,200 Mark pro Ofenraum, die Nebenkosten einbegriffen; Rheingruber (a. a. O.) gibt dagegen die Anlagekosten incl. Ausdrückmaschine, Anheizung und Betriebsetzung auf 1,400 Mark an.

Für die Ringel'schen Oefen gibt von Kerpely (a. a. O.) 140,000 Mark Totalunkosten für 50 Oefen an, also 2,800 Mark pro Ofen.

Bezüglich der Dr. Otto'schen Oefen und der Wintzek'schen Oefen sind genauere Angaben noch nicht bekannt geworden.

Für die Cokesöfen von Bauer und Gödecke werden (in Kerpely's Jahresberichte 13, 14. S. 95) die Kosten einer Gruppe mit 30 Kammern, also = $^5/_3$ Appolt von 18 Kammern, auf 50,000 Mark bei billigen Arbeitslohnsätzen (1,20 Mark Tagelohn, 2 Mark Maurerlohn) angegeben. Sicherer ist die Annahme, dass die Kostensumme 60,000 Mark beträgt, was auf 18 Kammern (gleich dem Inhalt eines Appolt-Ofens) 36,000 Mark ausmacht. Hierbei ist aber zu bemerken, dass sich dieser Voranschlag (der Quelle nach) auf die ursprüngliche Gödecke-Bauer'sche Construktion mit zwei Reihen Retorten nicht auf die in den im vorliegenden Werke abgebildeten vierreihigen Oefen zu beziehen scheint.

Folgerungen für die Construktionsverhältnisse der Cokesöfen.

§ 622. Die eigentliche Construktionsarbeit des Hütten-Ingenieurs bei der Anlage von Cokesöfen beschränkt sich auf die Herstellung einer möglichst grossen Heizfläche, d. h.: die Oberfläche des einzelnen Ofenraumes muss im Gegensatz zum Inhalt dem Maximum sich möglichst nähern, nachdem man die Raumgrösse der beabsichtigten Produktion angepasst hat.

Die Cokesöfen von Appolt, sowie die danach abgeleiteten Cokesöfen von Bauer und Gödecke zeigen, wie sich dies bei verticalen Retorten erreichen lässt. Das Prisma des Hohlraums wird so platt gedrückt, als es die nothwendige Rücksicht auf die Adhäsion der Cokes an gegenseitig näherrückenden parallelen oder fast parallelen Wänden nur zulässt. Das Gleiche ist bei den neueren Cokesöfen mit horizontaler Axe der Fall. Auch hier hat man die Seitenwände einander sehr nahe gerückt, so nahe, als es die Rücksicht auf die hier weit bedenklichere Wirkung der Adhäsion gestattet. Am Weitesten gehen in der Verschmälerung des Ofenraums die Oefen von Coppée für schwachbackende gasärmere Kohlen, während die für gasreichere Kohlen bewährten Oefen stets etwas weiter angelegt werden müssen, wenn man ihre Höhe nicht sehr steigern will, um der allzu heftigen Entgasung durch den Druck höherer Schüttung entgegen zu arbeiten.

Andere Rücksichten bezüglich des Gegensatzes von Rauminhalt und Fläche müssen bei Oefen obwalten, welche mechanische Ladung und Entladung haben, wie der Ofen von Lürmann; wiewohl auch hierbei eine weitgehende Entwicklung der feuerberührten Fläche angestrebt wird, so ist es doch nicht möglich (übrigens auch unnöthig) eine gleiche Entwicklung des Gegensatzes zu erreichen, wie bei einzelnen der anderen obigen Oefen.

Die früher angestellten Rechnungen ergaben mit Ausschluss der Thüren in abgerundeten Zahlen:

bei dem Appolt'schen Ofen	6—7	qm Innenfläche auf 1 cbm Raum;
bei dem Francois-Rexroth'schen Ofen Taf. IV		
ohne Gewölbe	3	„ „ „ 1 „ „
mit „	4	„ „ „ 1 „ „
bei dem Smet-Büttgenbach'schen Ofen Taf. VII, VIII		
ohne Gewölbe	$3^1/_2$	„ „ „ 1 „ „
mit „	$4^1/_2$	„ „ „ 1 „ „
bei dem Coppée'schen Ofen Taf. IX		
ohne Gewölbe	$2^1/_2$	„ „ „ 1 „ „
mit „	$3^1/_2$	„ „ „ 1 „ „

Diese Angaben genügen, um darzulegen, dass das Maximum der Flächenentwicklung nur bei Verticalöfen praktisch erreicht werden kann, weil in diesem Fall die geringere Wirksamkeit der Adhäsion die Entwicklung der Fläche begünstigt, während bei Horizontalöfen ein gewisses Verhältniss von Höhe zur Breite nie überschritten worden ist.

§ 623. Die nächste Sorge des Construkteurs bezieht sich auf die Umhüllung des Entgasungsraumes durch ein mehr oder minder entwickeltes Canalnetz für die flüchtigen und gasförmigen Produkte der Destillation.

Von den einfachen Sohlenheizungen, wie sie die Fig. 48—53 zeigen, selbst von einem etwas ausgiebigeren System wie das auf Taf. V dargestellte, wird abzusehen sein, da sie noch unvollkommen sind. Es handelt sich um die auf Taf. IV, VI, VII, VIII, IX, X und XI dargestellten, sowie um die in den Textfiguren 58—75 skizzirten, dem gegenwärtigen Stand des Betriebes entsprechenden Systeme.

In all diesen Oefen ist das Bestreben unverkennbar, die Energie des Processes durch Heizung des Entgasungsraums mit den Gasen selbst bis zur Grenze des Ausführbaren, d. h. bis zum Angriff des feuerfesten Baumaterials zu steigern. Damit Hand in Hand geht die Absicht, die Einzelräume construktiv soweit einander zu nähern, dass der eine an der Erwärmung des anderen participirt, um im fortlaufenden Betrieb bei frischeingefüllter Kohle die Entgasung augenblicklich einleiten zu können.

Die kühnste Leistung in dieser Hinsicht ist die Construktion Appolt, welche aus einer Gruppe von 12—18 in ein gemeinsames Feuermeer getauchten Retorten besteht. Bei dieser Disposition ist aber, abgesehen von sehr grosser Sorgfalt in der Ausführung, nothwendig für eine möglichst gleichmässige

Circulation der brennenden Gase Sorge zu tragen und die praktische Ausführung dieser Maassregel kann während des Betriebes oft auf Schwierigkeiten stossen. Diese Gründe sowie Rücksichten auf möglichste Herabminderung der Anlagekosten haben zur Modification des Appolt'schen Gedankens durch von Bauer und Gödecke geführt. Man hat bei dieser Construktion, anstatt die Gasströme aller Retorten zu vereinigen, die Ströme getheilt und durch Zwischenwände ganz bestimmte Richtungen der Theilströme hergestellt. Dadurch war es möglich eine grössere Zahl von Retorten in einem Massiv zu vereinigen — vier Reihen derselben statt zwei anzuordnen — und trotzdem die Anlage etwas billiger zu machen.

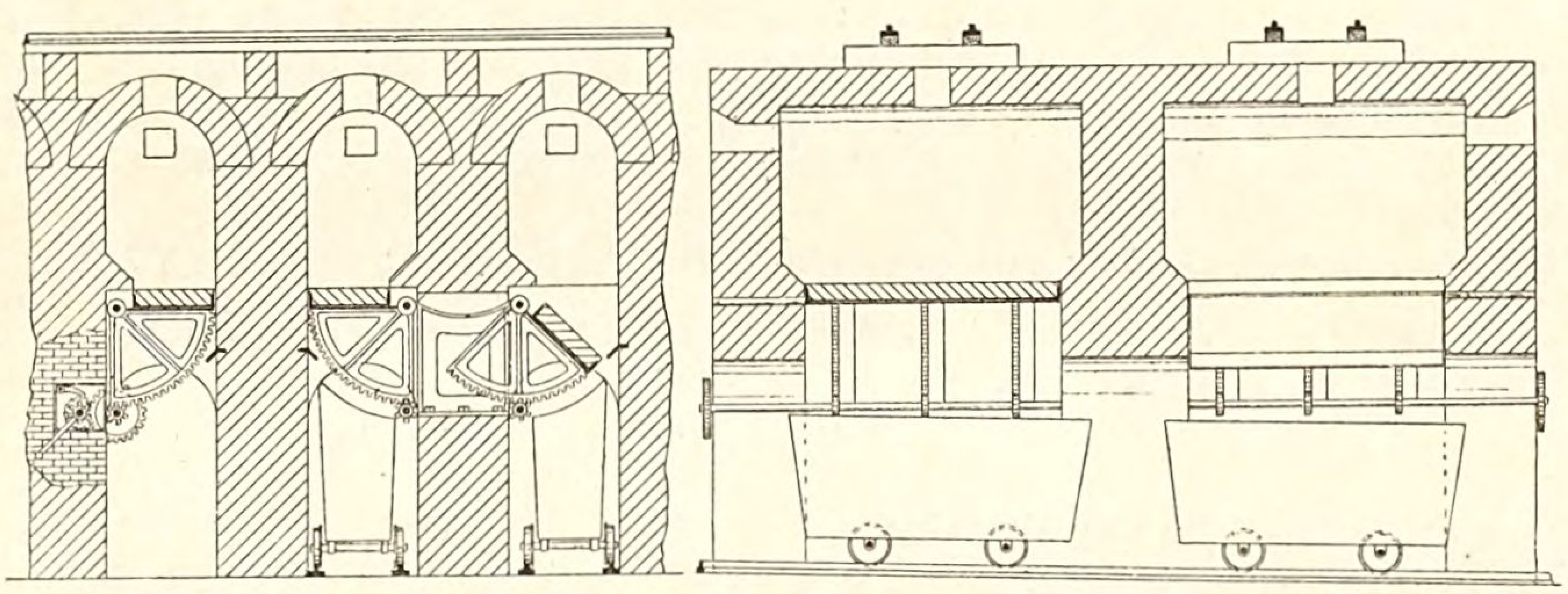
Bei den Horizontalöfen streiten sich die verticalen Wandzüge mit den horizontalen um den Vorrang. Erstere sind in den alten Francois- und Rexroth-Oefen, wie im weitest verbreiteten Coppée-Ofen angewandt — letztere im Haldy'schen, dem Smet'schen, Büttgenbach'schen und Wintzek'schen Ofen.

Zwischen beiden Gruppen schwebt der Ofen von Ringel, welcher das Appolt'sche System der Verbindung gegenseitiger Ofenwände auf Horizontalöfen anwandte, aber späterhin doch genöthigt wurde, leitende Mauerzungen einzubauen und so „Canäle" herzustellen.

§ 624. Was die Details der Cokesöfen anlangt, so ist der erste und Hauptpunkt hierbei die Steinconstruktion, d. h. die geometrische Gestaltung der einzelnen Bausteine, die den Ofen zusammensetzen.

Die Taf. VI—XI zeigen, wie eine solche Aufgabe gelöst werden muss. Möglichste Einfachheit und Solidität, gleiches Verhalten im Feuer und daraus folgend, grösstmöglichste Stabilität der Mauerflächen sind Hauptanforderungen, welchen die Fabrikanten der feuerfesten Steine zu entsprechen haben. Viele der neueren Cokesofenconstruktionen sind von den Fabrikanten selber ausgegangen oder in Gemeinschaft mit Interessenten des Cokereibetriebs entworfen und durchgearbeitet worden.

Fig. 76.



Es existiren zur Zeit Steinverzeichnisse und Massenberechnungen der verschiedenen Systeme in solcher Menge, dass die Anlage einer Cokesofenbatterie eine einfache Sache ist, sobald man sich nur an die richtige Adresse wendet, um das feuerfeste Baumaterial zu erlangen. Die Gesellschaften Dr. Otto & Co. in Dahlhausen, Vygen & Co. in Hochfeld-Duisburg, Keller & Co. in Stolberg bei Aachen u. A. am Niederrhein, sowie die zahlreichen Fabriken in Südbelgien (Andennes-Seilles bei Huy und verschiedene Firmen bei Mons) liefern complette Cokesanlagen nach eigenen und nach beliebigen anderen Systemen.

§ 625. Die Einrichtung der Armaturen, Verschlüsse, Thüren, Register, Verankerungen, Geleise und Oeffnungen zum Aufgeben etc. geht ebenfalls aus den gegebenen Abbildungen hervor, welche die empfehlenswerthesten und einfachsten Einrichtungen bei Horizontalöfen, namentlich auf Taf. VII, VIII XI zeigen. Die Specialconstruktionen an Verticalöfen sind auf Taf. IV und in den Vignetten 70—75 vereinigt, welche Alles enthalten, was dabei zu erwägen sein dürfte.

Aus den Letzteren geht namentlich hervor, dass man das Walzeisen weit stärker in Constribution setzt als früher, ein Umstand, den auch die Oefen von Coppée und Smet-Büttgenbach, den alten Einrichtungen gegenüber zeigen. Das Profil ist hierbei gleichgültig, wenn nur hinreichende Festigkeit vorhanden ist. Die letztere zu bestimmen, ist Sache der Erfahrung und der Beobachtung des Treibens ausgeführter Anlagen, denn eine Rechnung dürfte schwerlich brauchbare Resultate geben.

Bezüglich der bei Cokesöfen benutzbaren und benutzten Klappböden sind ausser den auf Taf. IV und in den Textfiguren 70—75 dargestellten Construktionen noch die in Fig. 76 wiedergegebenen Vorrichtungen zu erwähnen, welche durch gezahnte Gradbogen und Kurbelaxen bewegt werden. Sie sind für eine eigenthümliche kleine Ofenconstruktion entworfen, welche in Engineering beschrieben ist, ohne dass weitere Angaben gemacht worden wären.

§ 626. Die Betriebs-Geräthe der Cokesöfen bestehen hauptsächlich aus Hacken, Krücken, Stangen und ähnlichen Werkzeugen und können lediglich dem jeweiligen Bedürfniss und der Gewohnheit der Arbeiter angepasst werden. Normen für dieselben aufzustellen wäre vergeblich und eine vollständige

Beschreibung wie sie u. A. Percy I S. 545 bei seiner Behandlung einer Coppée'schen Cokesofenanlage nach Bainbridge gibt, kann desshalb fortfallen. Ohne praktische Kenntniss des Betriebes wird Niemand Cokesöfen erbauen und betreiben wollen und dann ergibt sich die Bekanntschaft mit den Geräthen ganz von selbst.

Nur eines Patentes mag hier Erwähnung geschehen, des Deutschen Reichs-Patents No. 6547, in welchem Dr. Otto und Gödecke ein Gezähe zum Einebnen der Cokesöfen bekannt gemacht haben, das aus einem an der Armatur festgelegten ungleicharmigen Hebel besteht, dessen langer Arm weit in den Ofen ragte und das Auflegen der Rengel und Krücken gestattet.

§ 627. Zur Bedienung der neueren Cokesöfen gehören ausser den eigentlichen Geräthen auch noch die Aufgebe- oder Trichterwagen, welche über einer kleinen leicht verschliessbaren Oeffnung noch Raum für ein ziemlich grosses Kohlenquantum darbieten müssen. Dadurch wird für dieselben eine umgekehrt pyramidale, nach dem Böschungswinkel des zu transportirenden Materials profilirte Gestalt bedingt, wie sie aus den Darstellungen Fig. 77 und 78 eines älteren und eines ganz neuen Kohlenwagens hervorgeht.

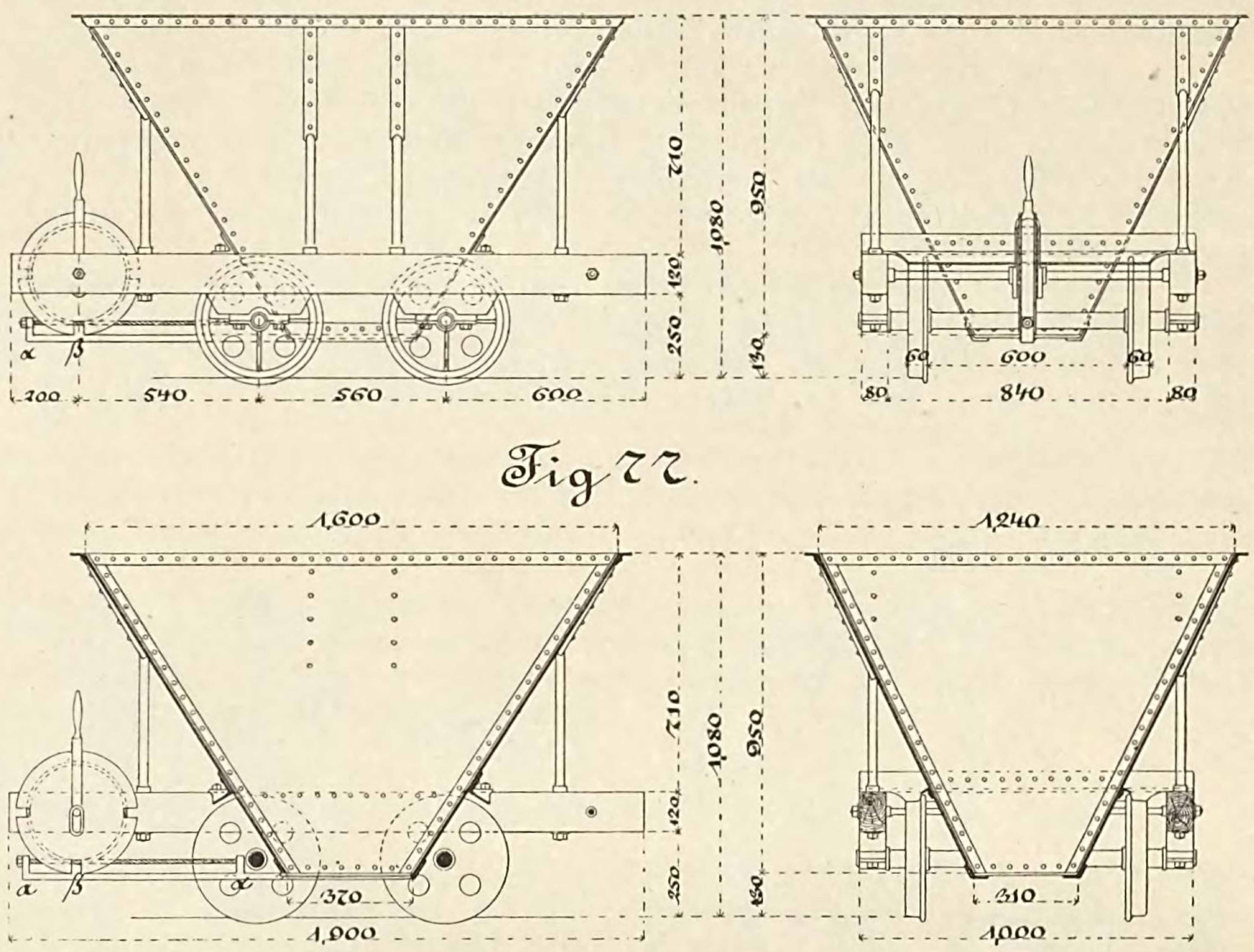


Fig. 77.

In der älteren Einrichtung bewegt sich der Boden, vermittelst eines um eine Rolle geschlungenen Seiles, dessen Enden an Knaggen α, α der Schieberstange befestigt sind. Die Ränder der Rolle sind eingekerbt und die Rolle selbst kann vor dem Drehen am Griff gehoben werden, um eine Einstellung des Randeinschnittes und einer dritten Knagge β zu lösen.

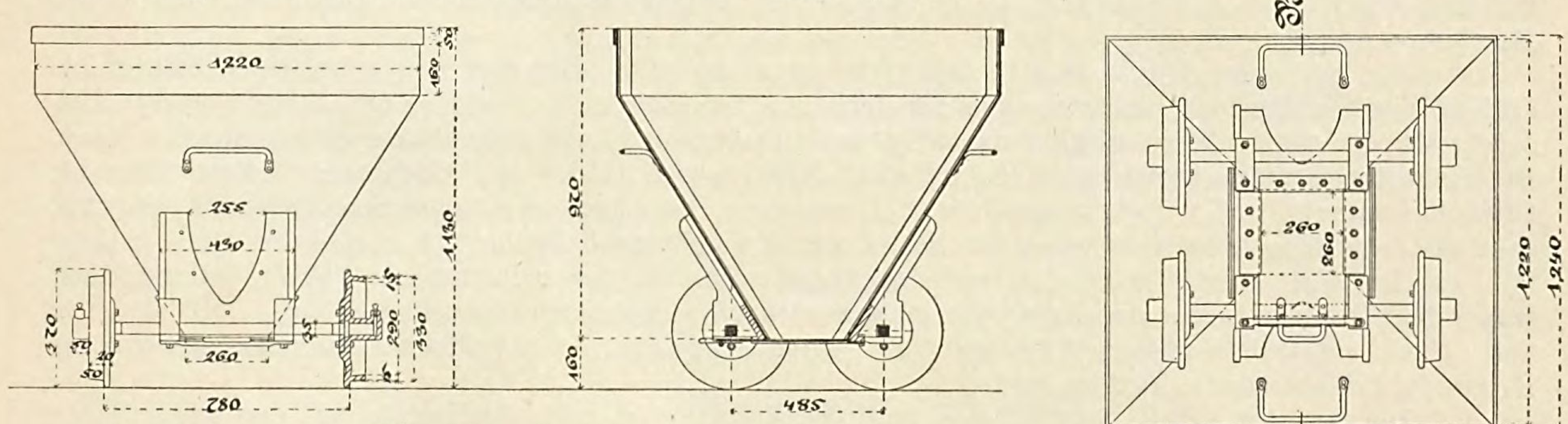


Fig. 78.

Diese Construktion erleichtert zwar die Bewegung des Bodens, ist aber andrerseits umständlich und auch wegen rascher Abnutzung des Seils Gegenstand häufiger Reparaturen.

Neuerdings benutzt man, wenigstens in Rheinland-Westfalen, vorwiegend die in Fig. 78 dargestellten Trichterwagen, bei welchen der Boden mit einem einfachen Handgriffsbügel versehen ist, also von der Hand aufgezogen und zugestossen wird. Der umgekehrt pyramidale Wagen, aus Kesselblech von 3 mm und mit Winkeln von 40 × 40 × 5 mm in den Ecken verbunden, verlängert sich oben noch um ein prismatisches Stück, das mit Flacheisen von 5 × 50 mm eingefasst ist.

§ 628. Ausser den festen Theilen der Cokesöfen, und den zu der Armatur gehörigen beweglichen Theilen, z. B. Thüren, Deckel, Ventile, Visiren etc., kommen noch bewegliche Hülfsvorrichtungen vor, welche zu jeder Ausrüstung solcher Apparate gehören.

Die neuerdings vielfach in Angeln sich bewegenden Thüren, wie sie die schmalen Coppée'schen und Wintzeck'schen Oefen zeigen (cf. Taf. IX, Fig. 1), lassen sich nach Lösen der vorgelegten Verschlüsse leicht öffnen. Die ganzen auf leicht geneigter Fläche auf und ab zu bewegenden Thüren, wie die der Cokesöfen der Taf. IV, V, VI, VII, VIII erfordern dagegen einen auf dem Rand des Ofenmassives hin und herlaufenden Haspel, der von einem Arbeiter bedient wird.

Ausser der auf Taf. V, Fig. 1 bereits abgebildeten Construktion, die bei aller Einfachheit elegant aussieht, sind eine Menge verschiedener Constructionen in Anwendung, die bald mehr, bald minder einfach sind. Eine recht stabile derartige fahrbare Winde vergegenwärtigt die Fig. 79. Von der Kurbelwelle wird mit einer einmaligen Uebertragung von etwa 1 : 5 die Bewegung auf die Trommel gebracht, deren Halbmesser wieder wie 4 : 9 sich zu dem Halbmesser der an einem kurzen Ausleger befestigten Rolle verhält.

Das sehr solide Gerüst der Winde läuft mit vier Rädern auf einem Geleise von 670 mm Spurweite. Es lässt sich jede irgend geeignete Winde zu dem Heben der Cokesofenthüren benutzen; sie muss nur fahrbar gemacht und mit einem Ausleger versehen werden, wenn sie nicht auf besonders gestützter Bahn genau über den Thüren cirkuliren soll, wie Taf. V es angibt.

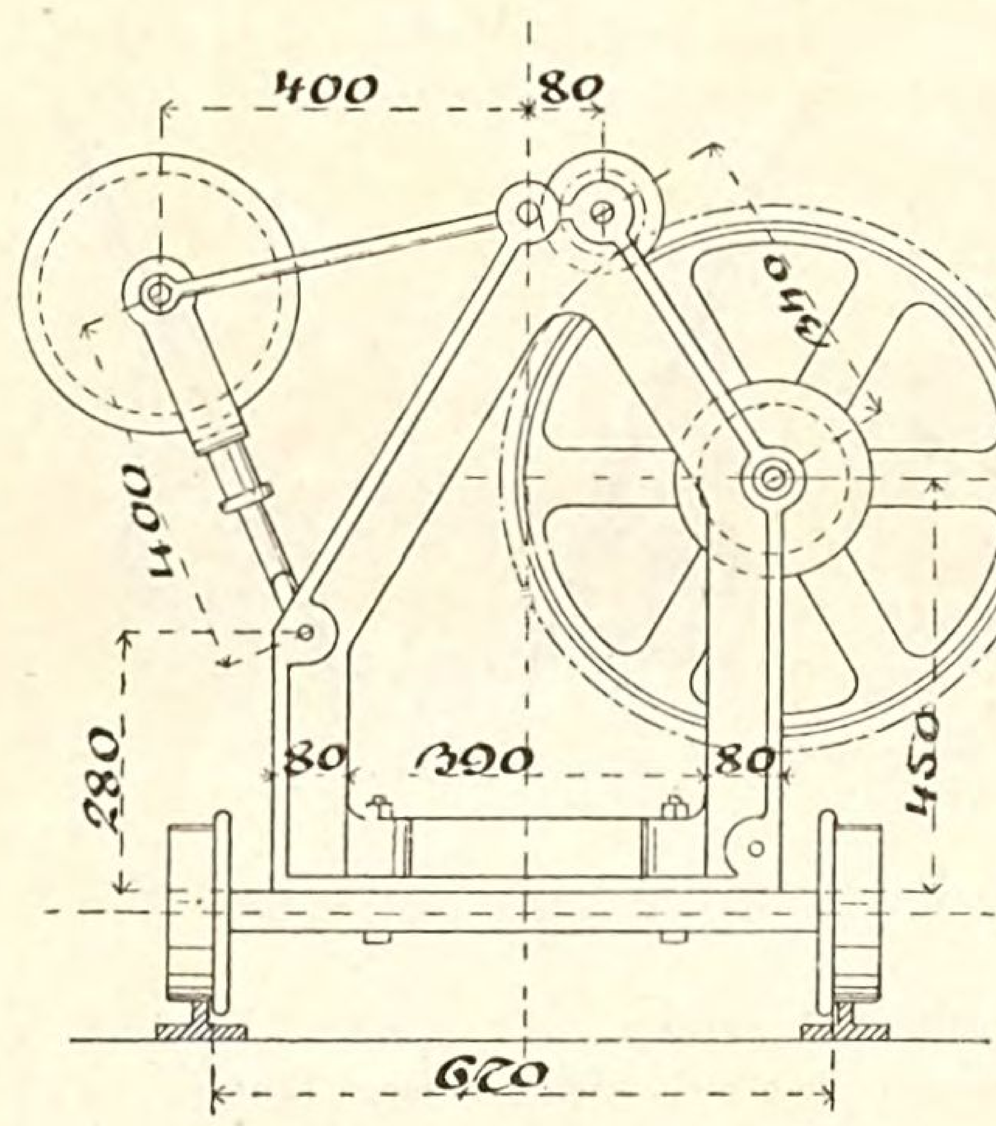
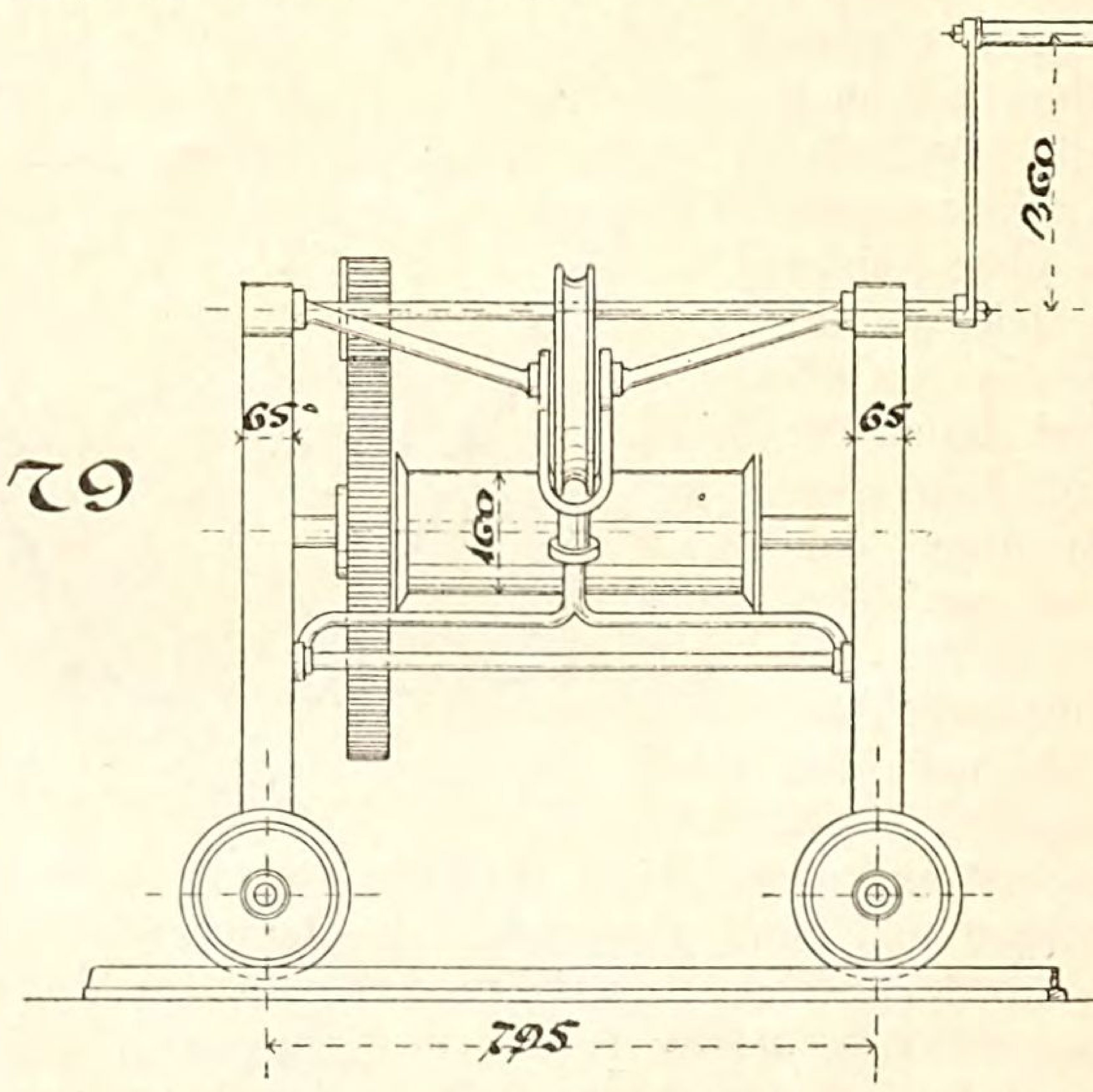


Fig. 79



§ 629. Die Haupthülfsvorrichtung der Cokerei ist die Cokesausdrück-Maschine, von welcher die Blätter XII und XIII die Details einer älteren Maschine, das Blatt XIV eine neuere Maschine vorstellen.

Das gemeinschaftliche Princip derartiger Apparate ist die Bewegung einer kräftigen Zahnstange mittelst einer vielfachen Umsetzung von einer kleinen Locomobile aus, welche auf einem vor der Ausdruckseite der Ofenanlagen hinführenden Geleise cirkulirt und vor jeden Ofen gelegt werden kann. Die Zahnstange trägt vorne einen Schild (Taf. XIII. 8 und 9) der den Cokeskuchen dicht über der Ofensohle angreift und vorwärts aus dem Ofen schiebt. Die Länge der Zahnstange ist so zu bemessen, dass bei dem Ende ihrer Bewegung der Schild auf der anderen Seite bis 1,5 m vor den Ofen gelangt ist, um den Ofen wieder schliessen und den Cokeskuchen bequemer löschen zu können. Manchesmal trägt die Maschine noch einen Ausleger und bewirkt das Aufziehen der einen Thür, z. B. eine von Odenbach construirte und in Armengauds „Genie industriel" abgebildete Maschine, aus welcher Kerpely ein besonderes System macht.

Die Art der Arbeit einer solchen Ausdrück-Maschine ist nach den Details auf den angegebenen Tafeln leicht zu übersehen. Auf Taf. XII, Fig. 2 sind besonders die Ausrückvorrichtungen hervorzuheben, die es gestatten, nicht nur von der Hand, sondern auch von der Maschine aus sowohl den ganzen Wagen seitlich zu bewegen als auch die Stange hin und her zu schieben.

Bei der Maschine Taf. XIV findet das Aus- und Einrücken durch direktes Verschieben der Getriebe selber statt; dadurch wird die ganze Zusammenstellung eine einfachere.

Beide Maschinen arbeiten für Oefen von verschiedener Länge und in Folge dessen sind auch die Fahranlagen verschiedene. Das Fahrgerüst der Maschine Taf. XII und XIII ist nur 6,745 m lang und bewegt sich auf drei Geleisen, während die Maschine Taf. XIV auf vier Geleisen läuft und 8,786 m lang ist.

Dadurch wird die Platzfrage der gesammten Cokereianlage wesentlich beeinflusst und die Batterien müssen um das Doppelte des eben hervorgehobenen Längenunterschiedes von Ofen und Maschinen auseinander gerückt werden.

§ 630. Aufzüge und Bahnanlagen vervollständigen die Ausrüstung der Cokereien, deren Betrieb seines Umfangs halber das Vorhandensein von Bewegungsmitteln verlangt.

Nicht allein die verticalen, auch die horizontalen Cokesöfen schliessen einen auf wenigstens 2—2,50 m bemessenen Niveauunterschied zwischen der Aufgebeöffnung und dem Planum der Hütte ein, der mittelst einer geeigneten Vorrichtung für Massentransport überwunden werden muss.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind zwei Wege möglich: Anlage eines steigenden Geleises, dessen Neigung es gestattet, die beladenen Kohlenwagen entweder von der Hand hinaufzuschieben oder mit Haspelanlagen hinaufziehen zu lassen; Anlage eines Aufzugs von der entsprechenden Höhe.

Man zieht in der Regel die letztere Lösung vor, falls nicht eigenthümliche Niveauverhältnisse die Anlage der steigenden Geleise begünstigen oder jede Hebung der Chargen überflüssig machen.

Das Princip solcher Aufzüge ist das gleiche, wie das der Gichtenaufzüge für Hochöfen, da die Hubhöhe beliebig fixirt werden kann. Uebrigens kommen auch bei einzelnen Hochofenanlagen Aufzüge mit ebenso geringen Hubhöhen vor, als sie für Cokesofenanlagen sich ergeben, wesshalb die Besprechung des Bedarfs der Letzteren im II. Band erfolgen wird.

Das Gleiche gilt für die Bahnanlagen, welche in engsten Anschluss an die Gesammtdisposition der Hochofenanlagen stehen und ohne deren Berücksichtigung kaum zu discutiren sind. Bei der Besprechung der Pläne ganzer Hochofenanlagen wird sich Gelegenheit finden, auch den Anschluss der Cokerei an die grossen Transportmittel zu besprechen, deren Anlage der neuere Hochofenbetrieb nothwendig macht.

Dasselbe gilt von der Wasserversorgung der Cokereien, welche die Aufstellung von Hydranten mit Schlauchhähnen verlangt, die von einem Reservoir aus gespeist werden. Die ganze Wasserwirthschaft einer derartigen Anlage geht von den Pumpen aus, welche den gesammten Hochofenbetrieb versorgen und dabei ihre Hauptaufgabe zu lösen erhalten.

Beschaffenheit und Zusammensetzung der Cokes.

§ 631. Die Farbe der Cokes ist dunkelgrau; der veränderliche Grad des ihnen eigenthümlichen Metallglanzes aber berechtigt zu Unterscheidungen bei der Beurtheilung von Stückcokes, wie sie der Eisenhüttenbetrieb gewöhnlich fabricirt und verbraucht. Man hat silberweisse, hellgraue, dunkelgraue und fast schwarze Cokes. Die dunkleren Varietäten sind meist nur gefrittet, während die helleren und hellsten durchweg geflossenen Charakter zeigen.

Wichtiger als das Aussehen ist die Dichtigkeit und Festigkeit der Cokes. Von Ersterer hängt die grössere Leistungsfähigkeit in kleinerem Raum, von Letzterer der Widerstand gegen das Zerdrücken ab und die ganze Benutzung in Schachtöfen.

Das specifische Gewicht der Cokes schwankt nach Muck's Angaben (a. a. O. S. 151) zwischen 1,2 und 1,9; je nach der Kohlenbeschaffenheit, der Dauer des Vercokungsprocesses, dem Grade der Zerkleinerung der Kohlen vor der Vercokung, ergeben sich verschiedene Werthe, wobei noch zu bemerken ist, dass in einer und derselben Charge an verschiedenen Stellen ganz verschiedene Dichtigkeiten auftreten. Kopf und Fussschicht jedes Cokeskuchens sind immer poröser als die Mittelschicht.

Je feiner gemahlen die Kohlen zur Vercokung gelangen, um so dichter werden die Cokes. Dasselbe erfolgt, wenn die Vercokung längere Zeit dauert, unter starkem Druck geschieht und die Heizung der Ofenwände eine nachhaltige ist.

Die Cokes sind nicht sehr hygroscopisch und nasse, d. h. mit Wasser begossene oder darin untergetauchte Stücke verlieren an der Luft alle Nässe bis etwa 1 ‰.

Dr. Muck hat Versuche gemacht, um dies darzulegen; in heisses Wasser getauchte Stücke dichter und schaumiger Cokes hatten nach geschehenem Ablaufen auf Trichtern

nach	1 Stunde	bezw.	13,10 ‰—31,96 ‰	Nässe;
„	12 „	„	9,53 ‰—26,23 ‰	„
„	36 „	„	7,64 ‰—17,32 ‰	„

Die Handelswaare enthält selten mehr als 5—6 ‰, wenn nicht kurz vor der Nässebestimmung der Einfluss eines heftigen Regens oder des schmelzenden Schnees stattgehabt und die Luft dabei sehr feucht sich gezeigt hatte.

§ 632. Bezüglich des Widerstandes gegen das Zerdrücken sind Versuche zu erwähnen, über welche H. Simon in dem bereits angeführten Vortrag vor den Iron and Steel Institute (1881. I. S. 137) folgendes berichtet hat.

Direktor Jougnet untersuchte sechs verschiedene Cokessorten und fand (in Kilos pro Quadratcentimeter) die folgenden Zerdrückungsfestigkeiten:

1) Cokes aus den Carvès-Oefen von 70 cm Breite — 66,4 Kilos.
2) „ „ „ „ „ „ 66 „ „ — 79,72 „
3) „ „ „ „ „ „ 50 „ „ — 92,32 „
4) „ „ „ Beehive-Oefen „ 50 „ „ — 43,92 „
5) „ „ „ Smet-Oefen „ 50 „ „ — 52,12 „
6) „ „ „ Coppée-Oefen „ 50 „ „ — 80,50 „

Aus den drei ersten Werthen könnte man ableiten, dass die Festigkeit mit abnehmender Ofenbreite wächst, d. h. mit dem Steigen des Verhältnisses von Heizfläche zum Rauminhalt. Hierbei ist zu bedauern, dass Jougnet keine Gelegenheit gefunden hat, Appolt-Cokes zu untersuchen.

§ 633. Die chemische Zusammensetzung der Cokes erfährt nur in Betreff der Aschenbestandtheile eine Aufsicht seitens der Cokesconsumenten, doch ist ein Hinweis auf die übrigen Bestandtheile immerhin von Interesse.

Dr. Muck stellt (a. a. O. S. 152) eine Reihe typischer Analysen zusammen, welche hier reproducirt sind, da sie verschiedene Fälle einschliessen und zeigen, wie weit die Zusammensetzung nach verschiedenen Richtungen hin schwanken kann.

					Aschenfrei berechnet			überschüssige	
	C	H	O	Asche + S	C	H	O	H	O
1. Ruhrcokes, Bochumer Laborat.	85,060	0,860	7,680	6,400	90,871	0,918	8,211	—	0,867
2. do. „ „	91,772	1,255	0,040	6,933	98,608	1,348	0,044	1,343	—
3. do. „ „	83,487	0,737	5,467	10,309	93,083	0,821	6,096	0,059	—
4. Saarcokes, Faihst	86,460	1,980	3,020	8,540	94,533	2,164	3,303	1,751	—
5. Englische Cokes, Baer . .	92,000	0,200	7,300	0,700	92,462	0,201	7,337	—	5,729
6. do. „ . .	93,040	0,260	1,610	5,090	98,029	0,274	1,697	0,063	—
7. do. Percy . .	84,360	0,187	0,303	9,150	92,856	0,205	6,939	0,662	—

Der Ueberschuss an H bezw. O ist bestimmt, durch das Verhältniss 1:8 zwischen beiden Elementen. Nimmt man an, dass in den Cokes ausser der Asche, d. h. der theilweisen veränderten Mineralsubstanz der Kohlen

1) der kohlenstoffreiche Glührückstand;

2) der aus der Zersetzung flüchtiger Destillationsprodukte herrührende Kohlenstoff;

3) nicht vollständig zerlegte Destillationsprodukte der Kohle enthalten sind, so kann man die Schwankungen in der Zusammensetzung sich erklären, ohne für die eine oder andere der oben zusammengestellten Cokessorten ein ungünstiges Urtheil bezüglich des Darstellungsprocesses fällen zu müssen.

Alle diese Cokes können unter die vollkommen gar gebrannten gerechnet werden, weil nicht alle Kohlensorten durch gares Brennen dieselben Destillationsprodukte und die gleichen Rückstände geben.

§ 634. Weit wichtiger als die nicht mineralischen Bestandtheile der Cokes ist für den Eisenhütten-Techniker die Zusammensetzung der Cokesasche, weil dieselbe die Beschaffenheit des Schmelzganges und seine Resultate beeinflusst, bei welchen die betreffenden Cokes angewendet werden.

Eine Reihe neuerer Aschenanalysen wird in folgender Zusammenstellung gegeben:

	Aschen-%	FeO_3	MnO_3	AlO_3	CaO	MgO	SiO_2	P	S
Neunkirchen Reg.-Bez. Trier. Cokes aus gewaschenem Gries von Grube Dechen und Heinitz	12	14,2	0,5	34,92	2,2	2,09	44,43	n. b.	n. b.
Königin Marienhütte (Sachsen), eigene Cokes	12	28,00	0,75 (Mn_3O_4)	17,40	8,8	1,66	41,2	0,162	2,05
Dieselbe, Cokes von Planitz . . .	6—8	19,08	0,41 (Mn_3O_4)	20,53	7,45	1,63	44,66	0,257	2,26
Dieselbe, Cokes vom Wilhelmschacht	12—14	18,06	0,73 (Mn_3O_4)	22,13	5,84	1,63	44,60	0,129	2,70
Dortmunder Union, Cokes von Consolidation Schalke	10,01 $s = 1,17$	19,05	0,37 (Mn_3O_4)	27,01	0,97	0,89	41,96	0,73 (P_2O_5)	0,90 (SO_3)
Dieselbe, Cokes von Barop	8,46 $s = 1,51$	26,79	0,45 (Mn_3O_4)	21,04	5,89	4,10	26,79	0,41 (P_2O_5)	n. b.
Dieselbe, Cokes der Mansfelder Gewerkschaft	12,57 $s = 1,85$	18,23	0,26 (Mn_3O_4)	26,70	3,67	3,12	40,63	0,32 (P_2O_5)	n. b.
Hörder Eisenwerk	8—10 $s = 0,4$	18,6	n. b.	30,0	2,6	1,3	40,0	0,5 (P_2O_5)	n. b.
Gesellschaft Terrenoire, Cokes der Carvès-Oefen von Bessèges . .	—	11,75	n. b.	26,90	9,65	1,90	43,66	0,20 (P_2O_5)	5,00 (SO_3)

Auf die Aschenzusammensetzung übt der Cokereiprocess einen Einfluss nicht aus; nur die vorhergehende Waschung der Kohlen kann den Gehalt an Thon vermindern, den Gehalt an Schwefelmetallen aber nicht beseitigen, da wie die obigen Analysen zeigen, der Eisenoxydgehalt, der aus dem Schwefelkies herrührt, immer ca. 20/₀₀ der Asche ausmacht.

Viele Hüttenwerke bestimmen nur den Schwefel- und den Phosphorgehalt der Asche, so hat z. B. Gutehoffnungshütte in ihren Cokes

aus gesiebten Kohlen . 10 /₀₀ Asche mit 0,5 *S* und 0,15 *P*
aus gewaschenen Kohlen 7 /₀₀ „ „ 0,3 *S* „ 0,01 *P* ermittelt.

3. Kapitel.

Die flüssigen Brennstoffe.

§ 635. Die in grösserer Menge für die Industrie disponiblen flüssigen Brennstoffe sind zweierlei Art: natürlich und künstlich.

Die natürlichen flüssigen Brennstoffe werden repräsentirt, durch das früher nur vereinzelt nachgewiesene in neuerer Zeit an verschiedenen Stellen aufgefundene und in Gewinnung genommene Petroleum (Steinöl, Naphta).

Die künstlichen flüssigen Brennstoffe umfassen die bei der Theerdestillation erhaltenen verschiedenen Oele, welche die flüssigen und einen Theil der festen unter b) in der Anmerkung der S. 240 angeführten Kohlenwasserstoffe enthalten und sehr brennbare Gemische abgeben.

H. St. Claire-Deville hat alle diese flüssigen Brennstoffe einem genaueren Studium unterworfen und dessen Resultate in den Comptes rendus LXVI. S. 444 bekannt gemacht und Gruner in seinem traité de métallurgie générale, (deutsch von Kupelwieser, Bd. I. S. 53) daraus folgende Auswahl getroffen:

	Wirkl. Effekt	*C*	*H*	*O*
Destillirtes Oel von White Oak (West-Virginien), specifisches Gewicht 0,819 (bei 13⁰)	10104	85,3	13,9	0,8
Destillirtes Oel von Burning-Springs (West-Virginien), specifisches Gewicht 0,762 (bei 42,2⁰)	10146	84,0	14,4	1,6
Rohes Oel von Oil-Creek (Pennsylvanien), specifisches Gewicht 0,816 (bei 0⁰)	9887	82,0	14,8	3,2

Das Petroleum lässt sich, hinreichend mit Luft gemischt, sehr gut in Feuerungsanlagen verbrennen, wie dies die Audouin'schen Oefen in der Ecole normale und der Ecole des Mines zu Paris, sowie im Metallurgischen Laboratorium der Aachener Hochschule erwiesen haben. Der Preis ist aber noch zu hoch um bei grösseren Arbeiten, wie sie in der Technik des Eisenhüttenwesens vorkommen, die Anwendung des Petroleums zu ermöglichen. Wo in der Kleinindustrie Gas als Heizmaterial angewendet wird — liegt ein etwaiger Ersatz durch Petroleum anders, da das Gas viel theurer ist.

Abgesehen vom Einblasen in Hochöfen (indem man einen Strahl Oel in den Düsenapparat einfliessen und vom Wind zerstäuben liess) hat man nur noch bei speciellen Schweissarbeiten im Bereich der Schmiedeeisen-Darstellung von dem Petroleum Gebrauch gemacht.

§ 636. Das aus dem Steinkohlentheer durch Destillation gewonnene Gemisch leichter und schwerer Oele kann ebenso verbrannt werden, wie das Petroleum; doch steht auch hier der hohe Preis einer allgemeineren Anwendung im Wege, da die Tonne dieser schwarzgrünen Oele immerhin ohne Transport auf 40 Mark zu stehen kommt, während die beste westfälische Flammkohle, 30—150 mm gross, Ende 1881 mit 8,60—13 Mark, Gaskohle sogar mit höchstens 7,20 pro Tonne notirt wurden, (die beiderseitigen Preise bei Abnahme von 5 Tonnen). Das Oel ist daher 5 mal theurer als die Kohlen, der Effekt desselben aber nicht viel grösser.

Deville fand in einem Oel der Pariser Gasgesellschaft (bei 0⁰ 1,044 schwer) 82,00 *C*, 7,6 *H*, 10,4 *O* und bestimmte seinen Effekt auf 8849 *c*.

Im Grossen stellt sich das Verhältniss insofern günstiger, als der Audouin'sche Rost nur geringe Beaufsichtigung verlangt und ein Mann 10—13 solcher Feuerungen warten kann. Dann ist die Feuerungsanlage, der Abwesenheit jeglicher Asche wegen, einer minimalen Abnutzung ausgesetzt und arbeitet regelmässiger.

Trotzdem wird das Theeröl nur als Ersatz des Leuchtgases (welches 5 bis 6 mal theurer ist) nie als Ersatz der Steinkohle Verwendung finden können, selbst wenn Letztere noch einen weiten Transport durchzumachen hätte.

4. Kapitel.

Die gasförmigen Brennstoffe.

§ 637. Das heutige Eisenhüttenwesen macht eine ausgedehnte Anwendung von den gasförmigen Brennstoffen, d. h. brennbaren Gemischen, welche entweder aus Hüttenprocessen als Nebenprodukte hervorgehen (und lange Zeit verloren gingen) oder aus rohen resp. künstlichen Brennstoffen durch einen besonderen Process, die Vergasung, hergestellt werden.

Ihrer Beschaffenheit nach müssen aber die gasförmigen Brennstoffe etwas anders classificirt werden als ihrer Herkunft nach; es ist zu untersuchen, wie sie entstehen.

Gase bilden sich, wie aus dem Inhalt des 1. und 2. Kapitel dieses Abschnittes genügend hervorgeht, zunächst bei der trocknen Destillation roher Brennstoffe und bestehen dann vorwiegend aus Kohlenwasserstoffen. Sie bilden sich aber ausserdem bei allen Verbrennungsprocessen roher und künstlich veränderter Brennstoffe. Von diesen Gasen sind nur diejenigen brennbar, würden also hier in Betracht kommen, welche möglichst viel Kohlenoxyd und Wasserstoff enthielten.

Da die Verbrennungsprocesse im Grossen stets mit Hülfe des atmosphärischen Sauerstoffs ausgeführt werden müssen, so findet man ausser den Produkten der Verbrennung noch den ganzen atmosphärischen Stickstoff in den Gasen.

Substituirt man der atmosphärischen Luft den Wasserdampf, wie das versucht worden, so fällt der Stickstoff aus und dafür tritt Wasserstoff ein, wenn die Substitution eine vollständige ist. Im Grossen ist der vollkommene Ersatz von Luft durch Wasserdampf bis jetzt unausführbar und desshalb der Stickstoffgehalt auch im sogenannten Wassergas vorhanden.

Man kann desshalb folgende technisch darstellbare Gasgemische unterscheiden:

A. Destillationsgase.
B. Verbrennungsgase:
 a) mit Luft,
 b) mit Wasser.
C. Gemische von Verbrennungs- und Destillationsgasen.

A. **Destillationsgase.**

§ 638. Die aus der Destillation der Brennstoffe sich ergebenden Gase bilden nur einen relativ kleinen Theil des zu ihrer Herstellung verwendeten Brennstoffes und sind in Folge dessen theurer in der Anwendung als jedes vollkommen in Gas verwandelte bezw. direkt verfeuerte Material — falls man nicht von der Benutzung eigentlicher Retorten absieht und falls sich nicht für die Rückstände eine lohnende Verwendung findet.

Das in Retorten dargestellte und mit Sorgfalt gereinigte Leuchtgas bildet den Typus der Destillationsgase; es kostet in grösseren von den Kohlenbezirken entfernten Städten (z. B. Paris) 24 Pfennige und 16 Pfennige in günstiger situirten Localitäten (z. B. Aachen) pro Cubikmeter.*)

Rechnet man das Leuchtgas zu ca. 0,5 spec. Gew., so wiegt der Cubikmeter $0{,}5 \times 1{,}3 = 0{,}65$ Kilos, so dass $\frac{1000}{0{,}65} = 1540$ cbm auf die Tonne gehen.

Der Preis pro Tonne würde $1540 \times 0{,}16$ oder 246,00 Mark für Aachen und ähnlich situirte Orte, $1540 \times 0{,}24$ oder 369,60 Mark für Grossstädte wie Paris betragen — was in gar keinem Vergleich zu dem in § 636 angegebenen Kohlenpreise steht, auch wenn man den Effekt des Leuchtgases auf das $1^1/_2$ fache des Effektes gewöhnlicher Kohlen veranschlagen wollte.

Selbst gegen Coke rechnet sich ein relatives d. h. auf gleiche Wärmeleistung bezognes Preisverhältniss von 5 : 1 heraus.

Die Zusammensetzung guten Leuchtgases gibt Gruner nach Bunsen und Frankland an auf

H_4C . .	$30-40/_{00}$	Vol. oder	$50-60$	Gewichtsprocente
H . . .	$45-50/_{00}$	„ „	$9-7$	„
CO . . .	$7-13/_{00}$	„ „	$9-10$	„
H_2C etc. .	$3-4/_{00}$	„ „	$27-17$	„
CO_2+N .	$2-3/_{00}$	„ „	$5-6$	„

Im Grossen wird dieses Gas vielfach durch Mischung hergestellt, indem entweder das Rohmaterial gleich passend gemischt in die Retorten verladen wird oder indem schwachleuchtende Gase durch „Carburirung“ leuchtend gemacht werden.

*) Gruner (traté de métallurgie générale T. I) gibt den Preis 0,3 fcs. an — in der Kupelwieser'schen Bearbeitung steht 1,3 fcs.

§ 639. Die praktische Metallurgie betreibt nur einen Process, bei dem sich Destillationsgase in analoger Zusammensetzung bilden können, wie bei dem Retortenprocess der Gasanstalten: — die Cokerei. Hierbei, besonders bei den modernen mit möglichstem Luftabschluss arbeitenden Systemen, wird ein dem unreinen Leuchtgas ähnliches Gemisch hergestellt, das entweder zur Unterhaltung des Cokereiprocesses allein oder ausserdem noch zum Betrieb von Dampfkesseln verwendet wird.

Wie weiter oben nachgewiesen ist, wurde auch der Versuch gemacht und im Grossen glücklich durchgeführt; die Gase ihrer condensiblen Bestandtheile zu entledigen und nur die beständigen Bestandtheile zur Heizung der Oefen zu benutzen*).

Die Zusammensetzung der Cokesofengase ist natürlich schwankender, als die der aus verschiedenen Kohlenmischungen im Hinblick auf Erreichung möglichst gleicher Leuchtkraft dargestellten rohen Leuchtgase. Bei der Cokerei ist die technische Aufsicht nach einer ganz anderen Seite gerichtet als bei der Leuchtgasfabrikation und hat man im Ganzen sich auch noch wenig für die Zusammensetzung der Gase interessirt, da die Heizkraft derselben den technischen Zwecken vollkommen genügte.

Die in allen Lehrbüchern (cf. Kerl, Allgemeine Hüttenkunde II. Auflage 1879) bis heute wiederholten, von alten Oefen zu Seraing ausgeführten Analysen Ebelmens sind für den heutigen Betrieb ohne jeden Werth — ebenso die ohne Stickstoffbestimmung gemachten Analysen Bunsens und Playfairs (ebendaselbst S. 127).

§ 640. Ein besseres Licht auf die Zusammensetzung der flüchtigen Destillationsprodukte der Steinkohle werfen Untersuchungen von Rohgasen des Retortenbetriebs, von denen die Proben in verschiedenen Zeitpunkten des Entgasungsprocesses genommen wurden, und welche E. Grahn in einem Vortrag über einen Siemens'schen Vorschlag bringt, Heizgas und Leuchtgas aus derselben Retorte zu gewinnen um beide getrennt den Consumenten zuzuführen (Schilling & Bunte's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung).

Diese von Hartenstein ausgeführten Analysen ergaben unter Weglassung von CO^2, O und N folgende Werthe in Volumprocenten:

nach 30 Min.	1,43 H_2S,	7,50 H_4C,	10,45 CO,	39,15 H_4C_2,	35,38 H
„ 1 Stunde — Min.	0,84 „	3,97 „	8,56 „	34,36 „	46,07 „
„ 1 „ 30 „	0,82 „	3,74 „	8,68 „	30,16 „	50,99 „
„ 2 „ — „	0,75 „	3,71 „	6,30 „	30,10 „	54,35 „
„ 2 „ 30 „	0,70 „	3,46 „	5,36 „	30,50 „	56,00 „
„ 3 „ — „	0,52 „	2,84 „	5,44 „	30,23 „	57,06 „
„ 3 „ 30 „	0,37 „	2,34 „	5,56 „	30,30 „	58,51 „
„ 4 „ — „	0,36 „	2,52 „	4,68 „	24,65 „	63,41 „
„ 4 „ 30 „	0,29 „	2,45 „	5,50 „	21,63 „	67,14 „
Mittel	0,68 H_2S,	3,61 H_4C,	6,73 CO,	30,12 H_4C_2,	54,32 H

Unter der Voraussetzung, dass sich eine Zahl von mindestens 9 Retorten in verschiedenen Stadien der Destillation befinden, kann man die Mittelwerthe der Einzelbestimmungen als massgebend für die Durchschnitts-Zusammensetzung des Destillationsgases dieser Kohlen ansehen.

Demnach enthält das Gas

0,68	H_2S	mit 4178	c Effekt pro Volumeinheit (cbm)
3,61	H_4C	„ 9346	„ „ „ „ „
6,73	CO	„ 3007	„ „ „ „ „
30,12	H_4C_2	„ 14846	„ „ „ „ „
54,32	H	„ 3088	„ „ „ „ „

zusammen 95,46 brennbarer Bestandtheile, während der Rest, die in den Bestimmungen vernachlässigten Substanzen einschliesst.

Der mittlere Heizeffekt pro Volumeinheit dürfte 6000 c nicht viel überschreiten.

Aehnliche Ergebnisse, in Verbindung mit der bei den Kohlen so sehr wechselnden Gasmenge wie mit der Unmöglichkeit, die Rückstände der Destillation aller Kohlensorten gleich gut zu verwerthen, hat die mehrfach versuchte Einführung des absichtlich dargestellten Retortengases in die Metallurgie gehindert.

B. Verbrennungsgase.

§ 641. Ein zur Heizung verwendbares Verbrennungsgas entsteht, wenn feste Brennstoffe mit atmosphärischer Luft oder Wasserdampf oder einem Gemisch Beider zu Kohlenoxyd und Stickstoff, bezw. Kohlenoxyd, Wasserstoff und Stickstoff verbrannt werden. Insofern als nur ein beschränkter Sauer-

*) Zu dem § 617—20 Gegebenen mag hinzugefügt werden, dass H. Herberz in Langendreer sich unter 15086 — 1. März 1881 — einen Regenerativcokesofen hat patentiren lassen, der, an die Bauart des Pauwels-Dubochet'schen Ofens erinnernd, die von Theer befreiten Gase unter der Sohle erwärmt und verbrennt — während Wandheizung zur Vermeidung von Zersetzung des Theers ausgeschlossen ist.

stoffverbrauch hierbei stattfindet und nur Kohlenoxyd gebildet wird, spricht man auch von unvollkommener Verbrennung*).

Diese Erscheinung bildet sich bei jeder Rostfeuerung aus, sobald der Rost so stark beschüttet wird, dass die durchströmende Luft nicht mehr ausreicht, den Brennstoff zu Kohlensäure und Wasserdampf zu verbrennen und der Fall tritt sehr bald ein, wie die nachstehend erwähnten Versuche des Verfassers darthun:

In einem einfachen Windofen des Aachener Laboratoriums wurden die Gase von Cokes und von anthracitischen Kohlen (Wormrevier) bei verschieden hoher Beschüttung des Rostes untersucht und folgende Erscheinungen constatirt.

Gascokes von Aachen ergaben in Volumprocenten:

bei 12 cm Höhe	13 CO_2	6,6 O	
„ 26 „ „	14 „	1,0 „	6,3 CO
„ 46 „ „	9 „	1,0 „	15,0 „

Anthracitische Würfelkohlen des Wormreviers ergaben:

bei 12 cm Höhe	13 CO_2	0,4 O	10,8 CO
„ 26 „ „	8 „	1,0 „	8,4 „
„ 46 „ „	7,5 „	1,0 „	11,0 „

Die Cokesgase brannten in keinem der drei Fälle, während die Gase der anthracitischen Würfelkohlen im zweiten mit schwachleuchtender Flamme brannten, im dritten Fall mit starkleuchtender Flamme. Berechnet man, unter Vernachlässigung des Kohlensauerstoffs aus dem Sauerstoffgehalt von CO_2 und CO die zugehörige Stickstoffmenge, addirt sie zu der Summe obiger Volumprocente und vergleicht die Totalsummen mit 100, so findet man eine Differenz, welche aus $H_4C + H_4C_2$ etc. bestehen muss und die Brennbarkeit hauptsächlich hervorbringt.

§ 642. Bei Holzkohlen an Stelle der Cokes, sowie bei anderen Steinkohlen an Stelle der anthracitischen Würfel würden ohne Zweifel dieselben Resultate hervorgebracht worden sein; die zuletzt angedeutete Substitution würde, da alle anderen Steinkohlensorten gasreicher sind als die oben benutzten, die Erscheinung der bei wachsender Schüttung sich steigenden Brennbarkeit weit deutlicher gezeigt haben.

Beide Fälle haben sich in der Zusammensetzung ihrer Gase dahin unterschieden, dass die Cokesgase keine Kohlenwasserstoffe zeigten, während bereits die magersten Steinkohlen Deutschlands Gase gaben, die mit leuchtender Flamme brannten.

Wird also ein Rohmaterial vergast, welches bereits bei einem Destillationsprocess natürlicher Brennstoffe als Rückstand gewonnen wurde, wie Holzkohlen und Cokes, so hat man Verbrennungsgas allein in der erzielten Gasmischung. Unterwirft man aber natürliche Brennstoffe direkt der Vergasung, so entstehen Gemische von Destillations- und Verbrennungsgasen.

Beide Gasgemische stimmen aber darin überein, dass bei ihrer Herstellung der zur totalen Verbrennung aller Elemente des Brennstoffs nothwendige atmosphärische Sauerstoff in zwei Portionen den Feuerungsanlagen zugeführt wird: ein Theil unter dem Rost des Gasentwicklers und ein Theil vor dem Heizraum zum vollkommnen Verbrauch des Gasgemisches.

Sobald also die Analyse mit dem Apparat von Orsat oder einem anderen, in einer Feuerungsanlage unverbranntes Kohlenoxyd oder gar Kohlenwasserstoff nachweist, ist diese Anlage keine direkte Rostfeuerung mehr, sondern bereits im Uebergang zur Gasfeuerung begriffen. Hierbei ist aber vorausgesetzt, dass nicht andere Unregelmässigkeiten in der Anlage, vorzeitige starke Abkühlung des Gasstroms etc. das vollständige Brennen gehindert haben. Ein solcher Fall müsste dann allerdings freien Sauerstoff neben Kohlenoxyd aufweisen.

a. Verbrennungsgase mit Luft dargestellt.

§ 643. Die Zusammensetzung der mit gewöhnlicher atmosphärischer Luft allein hervorgebrachten reinen Verbrennungsgase ist, wie die Ziffern des § 641 erwähnten ersten Experiments darthun, eine ziemlich einfache und weist neben Stickstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure auf, wozu bei dem gewöhnlichen Feuchtigkeitsgehalte des Cokes noch Spuren von Wasserstoff treten. Die Kohlensäureziffern des Versuchs sind insgesammt noch viel zu hoch und haben ja noch kein brennbares Gas gegeben, wenn dasselbe sich auch zu Erzreduktionen hat gebrauchen lassen.

*) Der Ausdruck ist nicht glücklich gewählt, weil einerseits kein Verbrennungsprocess im Grossen so verläuft, dass er ab ovo Kohlensäure liefert und weil andrerseits sehr vollkommene Processe nur Kohlenoxyd als Verbrennungsprodukte liefern; es fehlen alle den Begriff scharf feststellenden Gegensätze.

Wäre es möglich gewesen, die Schütthöhe noch zu steigern, so würde jedenfalls der Kohlensäuregehalt noch mehr zurückgetreten und auf eine Spur reducirt worden sein. Gruner macht in seiner métallurgie générale folgende grundlegende Angaben:

Wenn reiner Kohlenstoff durch trockne Luft vergast wird, bildet sich ein Gemisch von Kohlenoxyd und Stickstoff bestehend aus

CO	0,344
N	0,656

dessen Heizeffekt $2403 \times 0{,}344 = 826\ c$ ist.

Das von Ebelmen zu Audincourt aus Holzkohlenklein in einem hochofenartigen Generator unter Anwendung von Gebläseluft dargestellte Gas entsprach der vorstehenden theoretischen Zusammensetzung sehr wohl, da es

CO	0,341
N	0,646
CO_2	0,008
H	0,002 enthielt.

Ein zu Pont l'Evêque aus Cokes dargestelltes Gas enthielt

CO	0,338
N	0,648
CO_2	0,013
H	0,001

Sobald der Brennstoff grössere Mengen Wasserstoff enthält, ändern sich die Resultate naturgemäss — ebenso wenn zeitweilig grössere Lufteinlässe und höhere Temperaturen eintreten.

§ 644. Die vorstehenden Resultate sind durchaus ungewöhnliche, und nur bei sehr grossen hochofenähnlichen Generatoren erreichbar. Sobald Apparate gewöhnlicher Beschaffenheit und mässiger Schachthöhe zur Benutzung kommen, bildet sich stets etwas Kohlensäure, wie bereits die § 641 erwähnten Gase zeigen. Auch die mit weit grösseren Schütthöhen arbeitenden Cokesgeneratoren der Gasanstalten enthalten immer Kohlensäure.

Bei in München ausgeführten Versuchen über die Leistungsfähigkeit der Cokesgeneratoren (Journal für Gasbeleuchtung etc. 1878) erhielt man in einem Schlitzgenerator, welcher in 24 Stunden 1113 Kilos C vergaste, ein Heizgas mit

CO_2	$4{,}5/_{00}$	nach Volumen.
CO	$25{,}7/_{00}$	
H_2	Spuren	

Bei der im Jahre 1879 auf Veranlassung S. Schiele's in Frankfurt a/M. vorgenommenen Untersuchung eines Generatorofens Liegel'scher Construktion durch D. H. Bunte ergaben sich in verschiedenen Versuchsreihen als Mittelgehalte:

1.	CO_2	$6{,}4/_{00}$	CO	$19{,}1/_{00}$
2.	„	$6{,}5/_{00}$	„	$19{,}1/_{00}$
3.	„	$6{,}3/_{00}$	„	$20{,}7/_{00}$
4.	„	$6{,}2/_{00}$	„	$19{,}8/_{00}$

Daraus bildeten sich durch Verbrennung Gemische von:

1.	CO_2	$16{,}9/_{00}$	CO	$3{,}5/_{00}$
2.	„	$16{,}7/_{00}$	„	$4{,}1/_{00}$
3.	„	$18{,}3/_{00}$	„	$2{,}6/_{00}$
4.	„	$17{,}6/_{00}$	„	$2{,}6/_{00}$

Cokes- resp. Holzkohlengas ist selten in dem Eisenhüttenbetrieb zur Anwendung gekommen, wenn man nicht das Hochofengas als solches ansehen will, über dessen Zusammensetzung der II. Band verschiedene Anhaltspunkte gibt.

Durch den Reduktionsprocess ist der CO-Gehalt aller Schachtofengase beträchtlich vermindert und der CO_2-Gehalt gesteigert, wozu noch die ausgetriebene CO_2 von verschiedenen Erzen und Zuschlägen sich in sehr wechselnder Menge gesellt. Auch wirken Höhe der Oefen, Verhältniss der Luftzufuhr zum Ofenvolumen und andere Umstände auf ein stetes Schwanken in der Zusammensetzung der verschiedenen Schachtofengase hin.

b. Verbrennungsgase mit Wasserdampf dargestellt.

§ 645. Wasserdampf zersetzt sich in Contact mit weissglühenden Cokes oder Kohlen und bildet Kohlenoxyd und Wasserstoff. Es verbinden sich 6 Kilos Kohlenstoff mit 8 Kilos Sauerstoff zu 14 Kilos Kohlenoxyd und sind hierzu 9 Kilos reines Wasser (1 $H + 8\ O$) nothwendig, die dann 1 Kilo Wasserstoff geben.

Bei vollkommener Oxydation des Kohlenstoffs zu Kohlenoxyd durch Wasserdampf allein bildet sich dem Gewicht nach 14 mal so viel Kohlenoxyd als Wasserstoff. Ein solches Gas erfordert aber zu seiner Herstellung sehr viel Wärme, da 1 Kilo Wasserstoff bei seiner Verbrennung zu Wasserdampf 29161 *c*, zu tropfbar flüssigen Wasser 34462 *c* entwickelt, welche umgekehrt wieder nothwendig werden, wenn tropfbar flüssiges Wasser bezw. Wasserdampf zerlegt werden sollen.

Wird Wasserdampf eingeführt, so werden den glühenden Kohlen zunächst 29161 *c* pro 6 Kilos entzogen (da auf 6 Kilos Kohlenstoff 9 Wasser mit 1 Wasserstoff kommen und 1 Wasserstoff 29161 *c* bei seiner Verwendung in Wasserdampf entwickelt). Diesem Wärmeverbrauch stehen gegenüber die bei der unmittelbar sich anschliessenden Oxydation des Kohlenstoffs entwickelten Wärmemengen — d. h. 6×2473 *c* oder 14838 *c*, so dass an Wärme gebunden bleibt 29161—14838 oder 14323 *c* pro 6 Kilos Kohlenstoff. Bei der Benutzung tropfbar flüssigen Wassers sind es 34462—14838 oder 19624 *c*.

Jedes Kilo Kohlenstoff verlangt mithin bei der Wasservergasung eine Wärmezufuhr von 2387 bezw. 3270 *c*, wenn keine Abkühlung erfolgen soll. Diese Zufuhr ist nur möglich, durch äussere Erwärmung des Apparates (was im Grossen unausführbar ist) oder durch Verbrennung einer entsprechenden Kohlenstoffmenge mit atmosphärischer Luft endlich durch Regeneration. Die eventuell zu opfernde Kohlenstoffmenge beträgt bezw. $\frac{2387}{2473}$ oder $\frac{3270}{2473}$ Kilos, je nachdem das Wasser als Dampf oder als Flüssigkeit in den Vergasungsprocess eintritt, sobald keinerlei andere Verluste vorhanden sind.

Es müssen unter letzterer Voraussetzung neben je 1 Kilo mit Wasser vergasten, mindestens 0,9—1,3 Kilos Kohlenstoff mit Luft verbrannt werden, um die Zersetzungswärme des Wassers auszugleichen. Eine Verbrennung zu CO_2 kann hier nicht vorausgesetzt werden, da man brennbare Gase machen will.

§ 646. Gruner, welcher in seiner métallurgie générale I. § 71 wesentlich die gleichen Rechnungen anstellt, wie sie der vorige Paragraph zeigt, nimmt nun an, dass auf 1 Kilo Kohlenstoff zur Wasservergasung ca. 2 Kilos Kohlenstoff zur Luftvergasung vorgesehen werden müssten, was auf 3 Kilos Kohlenstoff 1,5 Kilos Wasser und 11,5 Kilos Luft ausmacht.

Daraus ergab sich eine Gasmischung von

H	0,167 Kilos
CO	7,000 „
N	8,870 „
zusammen	16,037 Kilos

oder in Gewichtsprocenten

H	1,04
CO	43,64
N	55,31
zusammen	99,99

Weitere Deduktionen Gruner's über den Wärmeeffekt, die Dichtigkeit und die Menge der zur Verbrennung nöthigen Luft sind zu übergehen, da der geehrte Altmeister hinzusetzt, dass Alles dies nur unter der Voraussetzung ausschliesslicher Kohlenoxydbildung richtig wäre. Diese tritt aber nie ein, sondern es bildet sich fast stets ein wechselndes Gemenge von $CO + CO^2$, woher sich dann ein geringerer Reichthum an brennbaren Gasen ergibt, als angenommen wurde.

Dennoch nimmt durch Wasserdampfzuleitung der Effekt des Luftgases zu, wenn er auch schliesslich nur 1000—1200 *c* beträgt und es stets angezeigt ist, durch Betrieb mit heissem Wind und Anwendung überhitzten Wasserdampfs die abkühlende Wirkung des Wassers zu vermindern.

Bemerkenswerth sind Ebelmen's Versuche zu Audincourt mit dem Einblasen von 200—250° heissem Dampf in einem mit kalten Wind betriebenen Holzkohlengenerator. Die Abkühlung durch die Dampfzuleitung, die 13,4/₀₀ der Luft betrug, war sehr bemerklich und die Gase hatten

CO	30,24
N	59,04
CO^2	9,61
H	1,11

was eine Leistung von ca. 1100 *c* bedingte.

§ 647. Abgesehen von den zur Leuchtgasfabrikation vorgeschlagenen Wassergasprocessen (Lowe, Strong u. A.) sind hier die Versuche anzuführen, die mit Wasserdampfanwendung bei Cokesgeneratoren ausgeführt wurden und technisch brauchbare Resultate ergaben. Die Versuche wurden im Jahr 1878 durch Dr. Bunte in München mit Cokes aus verschiedenen Kohlen angestellt (Journal für Gasbeleuchtung 1878) wobei namentlich die Frage zu entscheiden war:

„ob ein regelmässiger Betrieb des Rostgenerators unter Zuführung von Wasserdampf bei Cokes aus der betr. Kohle mit sehr leicht schmelzbarer Asche möglich sei;" und

„wieviel Wasser nothwendig war, um die für den Betrieb so sehr störende Schlackenbildung zu verhindern."

Nachdem sich bei diesen Versuchen ergeben hatte, dass sich durch Zuführen von Wasserdampf die Generatortemperatur ohne jede Betriebsstörung bis unter den Schmelzpunkt der leichtflüssigen, von den Cokes gebildeten Schlacken erniedrigen liess, wurde zu der neuen Aufgabe geschritten:

„die Menge des Wasserdampfes zu bestimmen, welche zur Herstellung eines guten Betriebs erforderlich ist."

Eine direkte Messung würde Ungenauigkeiten ergeben haben, abgesehen von einzelnen lokalen Schwierigkeiten, da nicht die ganze durch die betreffende Rohrleitung geführte Dampfmenge den Generator vollständig durchstrich, sondern theils nach aussen entwich, theils in der ziemlich mächtigen Aschenlage sich condensirte. Desshalb wählte man einen anderen Weg und bestimmte die Wasserdampfmenge aus der Gasanalyse.

Es ergaben nun z. B. die Versuche die folgenden Resultate für Zwickauer Cokes:

Versuchs-Nummer	Kilos Wasserdampf pro Kilo C	Gaszusammensetzung CO_2	CO	H	N	Temperatur und Heizgase	
1.	0,30	7,1	21,7	6,2	65,0	—	Zu wenig Dampf
2.	0,39	8,2	20,8	7,5	63,5	—	
3.	0,41	7,0	21,4	7,7	64,3	750	
4.	0,42	6,8	22,9	8,3	62,0	660	
5.	0,70	8,0	19,0	12,6	60,4	770	Guter Betrieb
6.	0,76	10,8	16,2	13,6	59,4	—	
7.	0,79	12,2	15,9	14,9	57,0	750	
8.	0,82	13,6	15,6	16,1	54,7	—	
9.	1,05	16,3	9,7	18,3	55,7	—	Zu viel Dampf
10.	1,17	14,8	8,5	18,1	58,6	—	

Unter den Verhältnissen der beiden letzten Experimente war ein continuirlicher Betrieb nicht möglich. Jedenfalls zeigen die vorstehenden Resultate, dass das (§ 645) ermittelte Verhältniss

0,5 Kilos H_2O auf 1 Kilo Kohle

in der Praxis übertroffen worden ist, so dass, wenn 0,75 Kilos Wasserdampf pro Kilo Kohle als guter Durchschnitt angesehen wird, gleiche Mengen Kohle mit Luft und mit Wasser neben einander zu vergasen sind. Weitere Erfahrungen sind noch abzuwarten.

C. Gemische von Verbrennungs- und Destillationsgasen.

§ 648. Hierher gehören sämmtliche aus rohen Brennstoffen entwickelten Gase, gleichgültig, ob dieselben in besonderen Generatoren oder durch stärkere Beschüttung in gewöhnlichen Feuerungen hergestellt werden.

Wie schon die Versuche mit den Kohlen des Worm-Reviers (§ 641) zeigen, geben auch die magersten Brennstoffe Destillate und direkt wie indirekt Kohlenwasserstoffgase. Auch Schachtöfen zeigen in den abziehenden Gasen immer Kohlenwasserstoffe, wie es Bunsen schon vor Jahren an dem Hochofen von Alfreton gezeigt, dessen Gase neben 26,91 CO und 22,66 CO_2, 0,5 H, 2,23 H_4C und 0,46 H_4C_2 enthielten.

Auch die früher von Ebelmen analysirten Cokesofengase von Seraing gehören hierher, weil sie mit partiellem Luftzutritt dargestellt waren.

Die wichtigsten Gase dieser Klasse sind indessen die Generatorgase, d. h. die aus rohen Brennstoffen in besonderen Apparaten, Generatoren, absichtlich dargestellten Heizgase, die aus allen Arten Brennstoffen gewonnen werden können.

*) 1 Vol. CO oder CO^2 enthält die gleiche Menge C (0,5363 kg pro cbm); 1 Vol. H_2O Dampf entspricht unter gleichen Temperatur- und Druckverhältnissen einem gleichen Volumen H.

Da der Cubikmeter Wasserdampf 0,8099 kg wiegt, so wird sich der verbrauchte C zu dem ebenfalls verbrauchten H_2O Dampf verhalten wie $0{,}5363 \times (CO + CO^2) : 0{,}8099 \times H$, wenn unter CO, CO^2, H die Volumenprocente aus der Gasanalyse verstanden werden. Die Coefficienten 0,8099 und 0,5363 kann man durch 3 und 2 ersetzen.

Dieser Process der Heizgasdarstellung beruht darauf, dass in meistens voluminösen Feuerungsanlagen hochaufgeschichtete Brennstoffe langsam verbrannt werden. Der Luftzutritt unter dem gewöhnlich sehr kleinen Rost wird möglichst gehemmt und beschränkt, so dass die Gasdarstellung durch Verbrennung gegen die Destillation der übrigen Masse zurücktritt. Die Produkte dieser Destillation zerfallen allerdings bei einer gewissen Temperatur, welche in einem solchen Apparat leicht erreicht wird in Kohlenstoff und Wasserstoff, von denen der erstere theilweise zu Kohlenoxyd verbrennt, theilweise sich aber ausscheidet und mit den übrigen Destillationsrückständen später verbrennt.

Schon aus diesem Grunde sucht man eine zu hohe Temperatur in den Gasgeneratoren zu vermeiden; noch mehr aber desswegen, weil dann leicht sich zu viel Kohlensäure bildet, deren Verbindungswärme als verloren für die Zwecke des Processes angesehen werden kann.

Man hat auch versucht, die Destillation von der Verbrennung zu Heizgas räumlich wie stofflich zu trennen und der (§ 616) erwähnte Lürmann'sche Cokesofen ist aus einem Gasofen mit besonderem Destillationsraum hervorgegangen.

§ 649. Die meisten in der Eisenhüttenpraxis bis jetzt mit dauerndem Erfolg angewandten Generatoren beziehen sich auf die Benutzung der Steinkohlen, obwohl auch wichtige Anwendungen auf andere Brennstoffe vorliegen.

Bei der Beschreibung der Schmelz- und Heizprocesse im Bereich der Fabrikation des schmiedbaren Eisens, werden über Bau und Betrieb der bezüglichen Apparate Mittheilungen gemacht werden.

Hier folgen nur noch etliche Gasanalysen, welche die Zusammensetzung der Generatorgase kenntzeichnen sollen.

Es enthielten:

Getrocknetes Holzgas (Ebelmen)	10,2	CO_2	25,2	CO	13,9	H	50,3	N	—	H_4C
Gas aus alten Sägespänen, ohne Wasser*) (Rimnau) . .	11,3	„	21,3	„	10,4	„	52,8	„	4,2	„
„ „ frischen „ „ „ **) „ . .	11,4	„	19,2	„	10,4	„	56,7	„	6,3	„
„ „ neuen Spänen nach Passiren eines Condensators***), (Rinman)	11,8	„	19,8	„	11,3	„	53,1	„	4,0	„
Torfgas (Ebelmen)	9,1	„	21,8	„	7,9	„	61,5	„	—	„
Steinkohlengas†) (Krans)	4,2	„	24,2	„	8,2	„	61,2	„	2,2	„

§ 650. Die eben mitgetheilten Analysen zeigen schon ausreichend, dass die Generatorgase der verschiedensten Herkunft in ihrer Zusammensetzung nicht so sehr schwanken, als man annehmen sollte. Ausser einem 50—61 Volumenprocente betragenden Ballast an Stickstoff und 4—12 Volumenprocente Kohlensäure enthalten sie 19—25 Volumenprocente Kohlenoxyd und 8—13 Volumenprocente Wasserstoff, wozu noch in einzelnen Fällen bis 6 Volumenprocente Kohlenwasserstoffe treten.

Wegen der durchweg niedrigen Temperatur und weil die Aufgabe des frischen Brennstoffs doch stets von oben her erfolgt, wird die Feuchtigkeit des Brennstoffs nicht wie bei der Bildung des Wasserstoffgases zerlegt, sondern figurirt als Wasserdampf in den Gasen. Es ist desshalb nicht vortheilhaft, sehr feuchte, oder gar nasse Brennstoffe auf diese Art zu vergasen, da das hygroscopische Wasser fortgeht, ehe der Brennstoff die heisseste Zone des Ofens erreicht hat und der Wasserdampf viel Wärme bindet, die der Anlage entzogen wird.

Schon der Destillationsprocess der festen und flüssigen Kohlenwasserstoffe etc. nimmt Wärme fort, wesshalb gerade von Einzelnen z. B. Price und Lürmann vorgeschlagen worden ist, dazu die Abhitze des mit den Gasen geheizten Apparats zu benutzen und die Rückstände der Destillation unter Anwendung mechanischer Ladung schliesslich auf einem Rost oder mittelst Gebläse zu Heizgas zu verbrennen.

Eine sehr grosse Anwendbarkeit haben die Gasfeuerungen dadurch noch erhalten, dass man ihre Abhitzen oder die Wärme ihres Mauerwerks benutzt, um die Gase selbst, sowie die zur Verbrennung weiterhin erforderliche Luft, oder auch nur die letztere vorzuwärmen.

Für diese den Feuerungsanlagen wiedergewonnene Wärme ist der Ausdruck Regeneration (auch Recuperation) in Gebrauch gekommen, den metallurgische Puristen neuerdings anfechten, wegen des Missbrauchs, der hier und da damit getrieben worden ist.

Es wird sich Gelegenheit genug bieten, darauf zurückzukommen und die Verhältnisse einer solchen Regeneration darzulegen.

*) Das Gas zeigte 32,86 Gewichtsprocente H_2O.
**) Das Gas zeigte 32,86 Gewichtsprocente H_2O.
***) Das Gas zeigte noch immer 2,00 Gewichtsprocente H_2O.
†) Andere Analysen dieser Gase aus dem Eisenhüttenwesen werden bei der Beschreibung der betreffenden Analyse mitgetheilt werden.

Vierter Abschnitt.

Das feuerfeste Baumaterial und seine Vorbereitung.

§ 651. Die Industrie bedarf, soweit sie genöthigt ist, ihre Fabrikationsprocesse bei hohen Temperaturen auszuführen, eines Construktionsmaterials, welches diese hohen Temperaturen während der Dauer des Processes oder selbst während mehrfacher Wiederholung desselben aushält, ohne zu schmelzen. Dazu ist nicht allein die blosse Unschmelzbarkeit erforderlich, sondern es ist auch Widerstandsfähigkeit gegen die in dem bezüglichen Process wirksamen chemischen Einflüsse bis zu einem gewissen Grade vorausgesetzt.

Diese „feuerfesten" oder „feuerbeständigen" Materialien spielen auch in der Eisenindustrie eine, wie schon die Betrachtung der Cokesöfen gezeigt hat, sehr bedeutende Rolle, sowohl in technischer als auch in ökonomischer Beziehung und die Herstellung derselben hat gerade bezüglich der Eisenhüttenprocesse erhebliche Umgestaltungen und Verbesserungen erfahren.

Die Hüttenwerke haben sehr zu ihrem Vortheil, den grössten Theil dieses Materialienbedarfs einer Specialindustrie überlassen und dadurch selbst sehr Viel zur Hebung der Fabrikation beigetragen. Nur wenige Artikel stellen sie sich bei sehr bedeutenden Bedarf noch selber her, wiewohl auch hier die Abgabe an eine specielle Industrie nur eine Zeitfrage ist.

Wenn es heute auch viel schwieriger ist, ein Material zu finden, das den intensivsten Hitzen soweit widersteht, dass man an seine Verwendung zu Bauten, innerhalb welcher die genannten Hitzgrade hervorgebracht und die Temperaturen eine gewisse Zeit lang erhalten werden sollen, denken kann, so gibt es doch eine grosse Menge Materialien, die dem Begriff „feuerfest" für die gewöhnlicheren Zwecke genügen und welche passend combinirt, ihre Eigenschaften gegenseitig ausgleichen und zur Herstellung höherer Grade von Feuerbeständigkeit die Möglichkeit bieten.

§ 652. Nachdem von Alters her verschiedene natürliche Gesteine zu Ofenbauten der Schmelzhütten Verwendung gefunden hatten, die immer sehr sorgsam ausgesucht werden mussten und die mit zunehmenden Ansprüchen an ihr Verhalten immer seltener in genügender Masse zu beschaffen waren, war man in solchen Gegenden, wo derartiges Material sich nicht vorfand, dazu übergegangen, aus den besseren Thonen Steine zu formen und zu brennen, welche dann zum Erbauen der Schmelz- und anderen Hüttenapparate benutzt wurden.

Diesen Weg haben vorzugsweise die mit Steinkohlen und Cokes betriebenen Eisenhütten beschritten, da die weit grösseren Dimensionen ihrer Apparate und die ebenfalls gesteigerte Energie der Erhitzungsprocesse es nicht gestatteten, mit gleichem Vortheil wie bei dem Holzkohlenbetrieb sich natürlicher Baumaterialien zu bedienen. Die Eisenhütten machten sich die Steine anfänglich selbst, obwohl in England wie in Belgien das Vorkommen sehr bedeutender wie auch ausgezeichneter Lagerstätten plastischer Thone die Veranlassung wurde, in deren Nähe die Fabrikation der feuerfesten Baumaterialien zu concentriren und sie damit den Eisenhütten abzunehmen.

In Deutschland folgte man erst später diesem Beispiel, nachdem noch vor 25 Jahren ganze Hochofenzustellungen aus Belgien wie auch aus England bezogen worden waren. Heut ist auch hierin richtig vorangegangen und besonders der Niederrhein und Westfalen werden durch die weiter unten erwähnten Werke in jeder Hinsicht ausreichend versorgt, wozu noch die verschiedenen Fabrikations-Gesellschaften kommen, welche am Meissner in Hessen, sowie in der Umgebung von Saarbrücken und am Mittelrhein sich festgesetzt haben.

Es werden sich desshalb unterscheiden lassen:

Rohmaterialien.
Künstliche Produkte.

Unter den Ersteren befinden sich alle Mineralsubstanzen, welche geeignet sind als feuerfestes Baumaterial sofort, ohne andere Vorbereitung als die Formgebung (Behauen, Formen und Pressen) verwendet zu werden, während die Letzteren alle fertigen durch mehr oder minder ausgedehnte Fabrikationsmethoden erzielten feuerfesten Produkte umfassen, unter Hinweis auf den Gang der Herstellung.

1. Kapitel.

Von den Rohmaterialien.

§ 653. Die feuerfesten Rohmaterialien sind Gesteinsarten (namentlich Trümmergesteine), welche für sich oder in gegenseitiger Mischung höhere Temperaturen ertragen, ohne flüssige Verbindungen zu geben. Es hängt mithin ganz und gar von der Höhe der Temperatur ab, sowie von noch einigen anderen Einflüssen, wie weit der Begriff der Feuerbeständigkeit schwankend ist.

Der verstorbene Direktor R. Keller in Aachen betonte im Eingang seines (December 1875) vor dem Aachener Bezirks-Verein gehaltenen ausführlichen Vortrages über Fabrikation und Anwendung feuerfester Steine ganz ausdrücklich seine persönliche Verwahrung gegen eine buchstäbliche Auslegung des Wortes feuerfest.

Was man so nenne, verdiene diese Bezeichnung nur bis zu einem gewissen Grade und beziehe sich auf die relative Widerstandskraft gewisser Naturprodukte und der daraus hergestellten Gegenstände, bestimmten hohen Hitzegraden gegenüber.

Je mehr es gelang, diese hohen Hitzegrade künstlich hervorzurufen, umsomehr wurden die Fabrikanten feuerfester Produkte veranlasst und gezwungen, ihre Fabrikate entsprechend schwerer schmelzbar und in diesem Sinne **feuerfester** herzustellen, um dafür zu sorgen, dass sie wenigstens eine Zeit lang hohen Hitzegraden widerstehen.

Die „Feuerfestigkeit“ wird hiernach im günstigsten Fall zu einem hohen Grad von Schwerschmelzbarkeit oder Strengflüssigkeit.

§ 654. Diejenigen Naturprodukte, welche als „feuerfeste“ Substanzen bezeichnet werden können im Sinne der Fabrikation, müssen ausser einem sehr hohen, technisch womöglich unerreichbaren Schmelzpunkt, noch einige andere Eigenschaften haben, die mit jenem in gar keinem Zusammenhang stehen und lediglich durch praktische Versuche zu erkennen und zu bestimmen sind.

Nach dem im 2. Kapitel des I. Abschnittes § 334, S. 153 über die Zusammensetzung der Schlacken bereits Mitgetheilten ist es einleuchtend, dass feuerfeste Materialien nur solche Bestandtheile und solche Mischungsverhältnisse derselben aufweisen dürfen, welche an sich bei der Einwirkung bedeutender Hitzgrade zur Bildung wirklicher Schlacken keine Veranlassung geben. Im Gegentheil müssen die mit solchen Schlacken in Contakt gerathenen feuerfesten Substanzen der Einwirkung derselben möglichsten Widerstand leisten.

Hiernach ist es erklärlich, warum die älteste Technik schon nach plastischen Thonerdesilikaten (Thonen besserer Art) und nach einzelnen theils nur aus Quarz, theils aus Thonerdesilikaten mit Quarz, theils aus Magnesiasilikaten bestehenden Gesteinen griff, um feuerfeste Constructionen auszuführen. Alles geschah auf dem Weg der Empirie, der auch heute noch nicht verlassen werden konnte, weil die mannigfachen Beziehungen der äusserlichen Eigenschaften zur Brauchbarkeit als feuerfestes Material noch nicht aufgeklärt sind.

Bei den Gesteinen, welche ohne Weiteres zu feuerfesten Construktionen angewendet werden sollen, kommt es in erster Reihe darauf an, dass dieselben in der Hitze keinerlei physikalische Veränderung erleiden, nicht sich deformiren, nicht schwinden, oder gar durch Zerspringen, oder durch decrepitirenden Zusammenhalt verlieren. Sie müssen sich gut bearbeiten lassen und dürfen keine zu grossen Anstrengungen beim Behauen erfordern.

Alle aus einzelnen Körnern zusammengefügten Gesteine, alle Breccien und Conglomerate, selbst manche aus verschiedenen Substanzen zusammengefügten Schiefer haben vor gleichharten und compakten Gesteinen einen gewissen Vorzug in der Feuerbeständigkeit. Zum Theil ist dieser Vorzug begründet in der dem Zerspringen sich entgegenstellenden Heterogeneïtät, zum Theil beruht er in einer geringeren Wärmeleitungsfähigkeit, welche auch beiträgt, Construktionen aus solchem Material länger zu erhalten.

§ 655. Ein gutes feuerfestes Material ist jeder Sandstein, welcher aus gleichmässigen Quarztrümmern durch ein thoniges Bindemittel zusammengekittet und frei von schiefrigen Thoneinlagen, von Mergelknollen und -gallen oder gar von Erzeinschlüssen (Eisen- und Manganoxyden) ist.

Ein solcher Sandstein wurde z. B. in Oberschlesien lange Zeit zu den Gestellbauten der Hochöfen benutzt, und auch, nachdem man die Gestelle und die Rasten aus feuerfester Masse aufstampfte, wurden immer noch einzelne Theile aus besonderen Sandsteinen eingelegt.

Je dichter und fester, ohne in der Hitze spröde und brüchig zu werden, ein solches Material ist, umso mehr leistet es den Schlackenbildern Widerstand, während weichere und namentlich schiefrige Sandsteine leicht abschmelzen.

Bei längerer Benutzung zerklüften die Sandsteine und geben beim Abbrechen der bezüglichen Constructionen säulenartige Fragmente, wie manche eruptive Gesteine z. B. Basalt, Phonolith, Porphyre.

Sandsteine mit gefrittetem Korn, wie sie z. B. an der Teufelsmauer bei Thale am Harz vorkommen, sind wie auch die krystallinischen Quarzite zu vermeiden, da sie im Feuer nicht hinreichend ruhig bleiben, sondern stark zerspringen und zerklüften.

Solche Substanzen vermögen wohl als Material zu künstlichen feuerfesten Fabrikaten benutzt zu werden, wobei sie einem vorgängigen Brennen, Abschrecken und Zerkleinern unterworfen werden. Dahin gehört der sogenannte Ganister, ein in England vorkommender Sandstein mit $1-2/_{00}$ AlO_3 und FeO_3, der in losem Zustand zum Ausstampfen von Bessemerretorten, Schmelzheerden etc. verwendet wird.

Soll der Stein aber als zusammenhängende Masse in Stücken verwendet werden, darf er nicht zerspringen oder reissen. Sehr geeignet sind im Allgemeinen hierzu die Kohlensandsteine (zu denen übrigens auch der Ganister gehört), welche demgemäss auch an verschiedenen Orten verwendet worden sind.

Fundstätten solcher Sandsteine sind in Deutschland: Stolberg bei Aachen, Duttweiler bei Saarbrücken und verschiedene andere Orte. In Oesterreich kommen derartige Gesteine an vielen Stellen vor. Bischof (Dingler 211, S. 109) erwähnt ein ziemlich festes und nicht sehr grobkörniges Quarzconglomerat von Ustron a. d. Weichsel, welches als Gestell- und Schachtstein benutzt wird und den belgischen Puddingsteinen ähneln sollte. Interessant ist ein ähnliches Conglomerat aus der Kohlenformation zu Turrach, Steyermark. Ein anderer Sandstein, roth, feinkörnig und glimmerig, der alpinen Trias Kärnthens wird zu Praevali benutzt. Die Eisenhütten der österr. Staatseisenbahn-Gesellschaft verwenden Liassandsteine von Anina und Resicza mit bis erbsengrossen Quarzkörnern.

Das ungarische Aerar hatte weissgelbe Gestellsandsteine von Miszbang, graue von Firicza ausgestellt, ferner schwarzgraue Sandsteine von Olwako bei Schemnitz. Das Eisenwerk Rhonitz zeigte einen Grauwackensandstein mit stecknadelkopfgrossen Quarzkörnern, welche durch ein weisses thoniges Mittel, theils loser, theils fester gebunden waren.

Auch Japan und die Türkei hatten feuerfeste Sandsteine ausgestellt.

§ 656. Die Quarzschiefer, welche in manchen Gebirgen auftreten und aus Wechsellagerungen von Quarz und Glimmer bestehen, sind ebenso wie die Sandsteine, als sehr feuerfeste Substanzen anzusehen. Ihre Klüftigkeit allein verhinderte einen ähnlichen Gebrauch, wie man ihn von den Sandsteinen machen konnte und man war gezwungen, sie mit einem grossentheils aus demselben Material bestehenden Mörtel zu grösseren Massen zu vereinigen.

In dieser Weise wurden die Gewölbe des Eck'schen Feinofens (Band III, Taf. 3) zu Königshütte und Gleiwitz in Oberschlesien aus langen keil- und plattenförmigen Stücken dieses Materials zusammengefügt. Dasselbe Material aus dem südöstlichen Theil der Sudeten stammend, wurde zu Witkowits in Mähren zur Fabrikation von feuerfesten Geräthen z. B. zu Gasretorten verwendet. Die Glimmereinschlüsse hinderten das rasche Zerklüften, wenn auch constatirt werden musste, dass das blosse Brennen dieses Steines in Thonbrennöfen seine Textur beträchtlich lockerte und die Zerkleinerung erleichterte.

Derartige Materialien werden noch jetzt zur Steinfabrikation benutzt. Bischof in seinem Bericht über die in Wien 1873 ausgestellten feuerfesten Materialien und Produkte (Dingler 210 und 211) führt nachstehende Firmen an, welche Quarzschiefer verbrauchen und gewinnen.

Haupt & Lange in Brieg verarbeiten Faserquarze zur Liasstein-Fabrikation, richten das Material aber auch zur direkten Vermauerung für Puddel-, Schweiss- und Glasöfen vor. Der Quarzschiefer erschien 1873 leicht zerreiblich und brannte sich mürbe. Der Fundort wird nicht genannt, doch ist anzunehmen, dass er in den Sudeten liegt. Ganz gleiche Quarzschiefer hatte auch die Giesche'sche Gewerkschaft in Breslau ausgestellt.

Dem Quarzschiefer ziemlich nahe steht der als besondere Mineralspecies beschriebene Gelenkquarz oder Itakolumit.

Bunting Bros in New-York hatten 1873 Platten eines feinkörnigen Sandsteins „wenig fest, aussen gelb, innen weiss, glimmerhaltig“ wie Bischoff (Dingler 210, S. 107) sich ausdrückt, unter jener Etiquette ausgestellt. Ein Versuch ergab eine leise Emaillirung in der Platinschmelzhitze.

Einen glimmerreichen Kärnthner Quarzschiefer (Dobrovah, Hüttenberger Gesellschaft) hat Bischof ebenfalls untersucht und denselben in Platinschmelzhitze bis auf die glimmerreicheren Partieen unverändert gefunden.

§ 657. Den Quarzgesteinen reineren Charakters schliessen sich die Conglomerate und Breccien vorwiegend quarzigen Charakters an, welche fast in allen geologischen Epochen auftreten, besonders in der älteren.

Die Puddingsteine Belgiens, wie auch das Rothliegende Deutschland, bilden Typen der feuerfesten Varietäten dieser Gesteinsarten. Aus Geröllen quarziger oder andrer Gesteine bestehend, die durch einen sauren Kitt fest aneinander gebunden sind, leisten diese Bildungen, sowohl der Verwitterung als dem Feuer beträchtlichen Widerstand.

Die belgischen Hochöfen und die der deutschen Westprovinzen haben lange Zeit Gestelle aus Puddingsteinen allen anderen Materialien vorgezogen.

Im § 655 wurden bereits etliche grobkörnigere Sandsteine erwähnt, welche ebenso gut vielleicht in diese Gruppe gehören. Nach Bischof (a. a. O.) hatte 1873 namentlich die Société de produits refractaires de St. Ghislain, Quarze, Quarzite und Puddingstein ausgestellt.

Die Feuerbeständigkeit dieser Materialien ist sehr bedeutend, wogegen es schwer ist, sie so langsam anzuwärmen, dass sie sich nicht mit Sprüngen durchsetzen und dadurch minder haltbar werden. Besonders zerspringen die eingebetteten Quarzrollstücke, wogegen andere Gesteinsstücke, die man vielfach darin findet, fester sich verhalten.

Ein grobkörniges Quarzconglomerat aus der Steinkohlenformation zu Turrach in Steyermark zeigte bei der pyrometrischen Untersuchung in Platinschmelzhitze ein grünes Glas zwischen dem sonst gut erhaltenen Quarz vielfach ausgeflossen.

§ 658. Durch Zerstörungen natürlicher Art bilden sich aus den vorerwähnten vorwiegend quarzigen Gesteinen Trümmerlager aus, die vom gröbsten Kies bis zum feinsten homogensten Sand variiren können, aber ein sehr wichtiges feuerfestes Construktionsmaterial abgeben*). Sie dienen in der bezüglichen Fabrikation zum „Magern" der plastischen Massen, werden auch wohl für sich oder mit geringen Zusätzen bündiger Materialien zu solchen Theilen feuerfester Anlagen verwendet, welche keine besondere Festigkeit beanspruchen, oder von allen Seiten gegen mechanische Verletzungen geschützt sind, z. B. Flammofenheerde und -sohlen, Hochofengestelle, Converterböden etc. Nachdem durch sorgfältige Erhitzung eine oberflächliche Glasur der Masse hervorgebracht worden ist (wozu die Asche der angewandten Brennstoffe das Flussmittel liefert) ist es oft möglich, auch heftigere Reaktionen in so gefütterten Geräthen und Oefen auszuführen, ohne eine rasche oder plötzliche Zerstörung befürchten zu müssen.

Die reinsten Sande entstehen aus der Verwitterung und Auslaugung weisser Sandsteine, während sehr viele andre Sande aus mannigfach zusammengeschwemmten Trümmern bestehen und ausser Quarz eine Menge anderer durch mikroscopische Untersuchung leicht erkennbarer Mineralsubstanzen enthalten. Viele dieser zusammengesetzteren Sande haben als plastische Formmaterialien einen grossen Werth; für die Herstellung feuerfester Produkte aber sind die reinen ganz mageren Quarzsande vorzuziehen.

Ein solcher Sand von Herzogenrath bei Aachen enthielt nach der Analyse:

FeO_3 + Thon . . .	0,0091
CaO	0,0095
MgO	0,0060
SiO_2	99,9754 (Bischof a. a. O. 210, S. 117).

Bezüglich der Verwendbarkeit reiner Quarzsande zu solchen technischen Zwecken, bei welchen eine starke Erhitzung vorkommen kann, ist ihr Verhalten in der Hitze zu beobachten, da manche grobe Quarzsande stark decrepitiren und dieses auch noch in ziemlichen Grade thun können, wenn sie mit Thon zu feuerfesten Fabrikaten verarbeitet sind.

§ 659. Die Zusammensetzung gewöhnlicher Sande (mit einem schwankenden Grad von Plasticität) geht aus folgenden Analysen hervor, welche zumeist Formsande betreffen, die ja auch ganz vorzüglich zur Herstellung von feuerfesten Fabrikaten sich eignen, wenn deren erwünschter Grad von Feuerbeständigkeit nicht die Anwendung reinster Quarze verlangt.

Eine Reihe älterer Analysen, welche bereits Kerl in der 2. Auflage seiner metallurgischen Hüttenkunde III. S. 385 zusammengestellt hat und welche hier folgen, zeigen das gewöhnlichere Verhältniss der Hauptgemengtheile. Der in einzelnen derselben hervorgehobene Gegensatz zwischen Quarz und Kieselsäure weist auf das Nebeneinander-Vorkommen von Quarz und Silikaten hin, welche letztere auch den Alkaligehalt aufweisen.

	Quarz	SiO_2	AlO_3	FeO_3	CaO	MgO	Alk	H_2O
Rothehütte Harz (Streng)	81,61	10,00	2,11	2,53	Sp.	—	Sp.	2,68
do. do.	77,46	12,62	3,05	2,64	0,50	—	Sp.	2,65
Königshütte Harz (Bierwirth)	76,81	11,99	2,78	3,77	0,73	—	—	1,73
do. do.	80,33	10,47	4,15	2,09	—	—	—	1,49
Ilsenburg Harz (Spiller)	79,02 (Quarz + SiO_2)		18,72	2,40	—	0,71	4,58	—
Sheffield (Sauerwein)	86,68 (Quarz + SiO_2)		9,23	3,42	0,69	—	—	—
Birmingham do.	87,6 (Quarz + SiO_2)		7,7	3,60	0,96	n. b.	n. b.	n. b.
Lüneburg do.	90,25 (Quarz + SiO_2)		4,1	5,50	0,23	„	„	„
Freund Berlin (Kampmann)	92,083 (Quarz + SiO_2)		5,42	2,50	Sp.	„	„	„
Manchester do.	92,912 (Quarz + SiO_2)		5,85	1,25	n. b.	„	„	„
Neapel (Ivanow)	77—83 (Quarz + SiO_2)		$\frac{7,7}{8,2}$	$\frac{2,8}{4}$	$\frac{0,8}{10,2}$ ($CaCO_2$)	$\frac{0,38}{0,73}$	$\frac{3,17}{5,78}$	$\frac{2,4}{3,4}$

*) Bezüglich der Genesis der Sande und ihrer Classification kann hier auf des Verfassers: „Handbuch des Eisengiessereibetriebes" (2. Aufl. Bd. I. S. 235—285) verwiesen werden, aus welchem auch ein Theil der hier mitgetheilten Analysen stammt.

Andere Sandanalysen, die noch specieller auf Charakterisirung von Formsanden hinauslaufen, hat Reinhardt ausgeführt (Dürre, Eisengiessereibetrieb, 2. Aufl. I. S. 246).

§ 660. Ganz eigenthümlich sind die in der Nähe von Chemnitz auftretenden und bei dem Gestellbau der Cupolöfen in den Chemnitzer Giessereien viel benutzten arkoseartigen Gesteine, mergelig-thonige Neubildungen, welche an der Luft erhärten und sich in den der Hitze ausgesetzten Construktionen ganz hart brennen.*)

Auch der Glimmerletten der dortigen rothliegenden Formation (cf. Naumann, Erläuterungen zur geogn. Karte Sachsens 2. S. 390 und Knop, Steinformation und Rothliegendes in Sachsen, Neues Jahrbuch 1859. S. 532) wird zu gleichen Zwecken verwendet. Ebenso eignet sich der Thonstein Naumann's oder der Felsittuff Knop's zu ähnlichen Verwendungen.

Analysen des Felsittuffs ergaben ähnliche Zusammensetzungen wie die des § 662 genannten Pholerites. Von den arkoseähnlichen Gesteinen und von den Glimmerletten sind Untersuchungen nicht bekannt geworden.

In der nächsten Nähe, nördlich von Chemnitz bei Glösa, werden ausgezeichnete Formsande und Massen gegraben, welche nach der von Knop seiner Abhandlung beigefügten Karte ebenfalls zum Rothliegenden gehören und welche bis auf die Königin-Marienhütte bei Zwickau u. s. f. als Formmaterial verfrachtet werden.

§ 661. Auch Porphyre, sofern sie nicht zu klüftig sind, sondern einen matten erdigen Bruch zeigen, wenige Einschlüsse (meist Quarzdihexaëder) enthalten, geben Materialien von gewisser Feuerbeständigkeit. Leider lassen sie sich selten in grösseren Blöcken gewinnen und sind nicht sehr bequem zu bearbeiten. Eine Ausnahme machen die Felsittuffe und die Thonsteinporphyre (§ 660), deren es Viele gibt.

Andere krystallinsche Gesteine sind zu leicht schmelzbar, um als feuerfeste Materialien in Betracht kommen zu können. Viele derselben enthalten Alkalien, andere verschiedene Metalloxyde, welche die Leichtschmelzigkeit bedingen. Dagegen sind ausgelaugte Tuffbildungen wiederum feuerfester, wenn sie auch noch einen Theil der früheren Gesteinsbestandtheile enthalten.

Am Beständigsten von allen krystallinischen Gesteinen sind immer noch die an die Quarzschiefer sich anschliessenden Glimmerschiefer und die Gneisse, wenn auch das Vorhandensein des schwarzen eisenreichen Glimmers in denselben auf ungünstiges Schmelzverhalten hinweisen möchte.

Auf der Wiener Ausstellung war ein grosser Gneisswürfel ausgestellt, der als Muster für vielfach in Ungarn angewandte Hochofenzustellungen gelten sollte. Eine Probe davon, die Bischof untersuchte, zeigte in Platinschmelzhitze die Bildung eines theilweisen ausgeflossenen grünen Glases (Dingler 211. S. 123).

§ 662. Das bedeutendste Contingent zu der ganzen Gruppe feuerfester Rohmaterialien stellen aber die sämmtlichen Zersetzungsrückstände feldspathhaltiger Mineralien, die Thone. Als mineralogischer Typus derselben können gelten, die Porcellanerde oder der Kaolin, das Steinmark und der Pholerit, die sich in der Zusammensetzung nahe stehen.

Rammelsberg (Mineralchemie II. S. 640) gibt die nachstehenden Analysen von Kaolin, Steinmark, Pholerit:

Kaoline:	SiO_2	AlO_3	FeO_3	H_2O	$CaCO_3$	MgO	NaO	KaO
1. Aue bei Schneeberg . . .	46,53	39,47	—	13,97	0,31	—	—	—
	48,49	37,88	—	13,58	0,18	—	—	—
2. Seilitz bei Meissen . . .	46,46	36,37	1,22	13,61	1,47	—	—	—
3. Morl bei Halle	46,80	36,83	3,11**)	12,44	0,55	—	—	0,27
4. Zetlitz bei Carlsbad . . .	48,27	37,51	0,51	12,85	0,86	—	—	—
5. Altenberg (Sachsen) . . .	45,63	39,89	—	13,70	0,60 (CaO)	—	—	—
Steinmark:								
6. Rochlitz (Sachsen) . . .	45,09	38,13	1,79	14,26	—	0,19	0,21	—
7. Egersburg	47,33	40,23	—	12,36	—	1,44	—	—
8. Schlachenwald	43,46	41,48		13,49	1,20 (CaO)	—	0,37	—
Pholerit:								
Naxos	44,41	41,20	—	13,14	1,21 (CaO)	—	—	—

*) Der Verfasser hat bereits 1867 und 1868 auf dieses Material aufmerksam gemacht, welches ihm besonders in der Hessler'schen Giesserei zu Chemnitz aufgefallen war, wo ein ganzer Cupolofenschacht in einem Stoss aufeinandergesetzter Blöcke solchen Gesteins eingeschnitten worden war (Dürre, Handbuch des Eisengiessereibetriebes I. S. 342).

**) Nebst CaO und MgO.

In allen diesen reineren Thonen ist das Silikat empirisch

$$= Al\ Si_2\ O_7 + 2\ Aq.$$

Daraus könnte man $\left\{\begin{array}{l} Al\ Si_3\ O_9 \\ Al_2\ Si_3\ O_{12} \end{array}\right\} + 6\ Aq$ bilden, wenn nicht, wie bei den Serpentin das Wasser erst nach längerem Glühen vollständig entwich. Nimmt man, wie dort die Hälfte des Wassers als chemisch gebunden an, so entsteht:

$$H_2\ Al\ Si_2\ O_8 + Aq = \left\{\begin{array}{l} H_4\ Si\ O_4 \\ Al_2\ Si_3\ O_{12} \end{array}\right\} + 2\ Aq$$

d. h. eine Mischung von den normalen*) Wasserstoff- und Aluminium-Silikaten mit 2 *Aq*.

§ 663. Abgesehen von der Feuerbeständigkeit, ist es besonders die mit dem Ausdruck „plastisch, bildsam" bezeichnete Eigenschaft, welche die Thone so sehr in den Vordergrund aller feuerfesten Substanzen gestellt hat. Diese Bildsamkeit gestattet die Mischung der Thone mit grossen, selbst mit überwiegenden Mengen von anderen Massen und die Herstellung der verschiedenartigsten Gemenge.

Eine Uebersicht der Thone nach Alter oder Eigenschaften dürfte wegen der grossen Zahl der verschiedenster Vorkommnisse kaum möglich sein, dennoch ist der Versuch gemacht worden, die Thone technisch zu prüfen und ihre voraussichtliche Leistung als feuerbeständige Materialien, aus den Resultaten der Analyse zu bestimmen. Wenn dieser Versuch nicht vollkommen durchschlagend gewesen ist, und die Empirie nicht vollständig verdrängt hat, so liegt das an der grossen Schwierigkeit der Thonanalyse.

Dr. Bischof, der schon genannte Autor dieser Versuche**), hat zwar selbst ganze Reihen von analytischen Untersuchungen unternommen, um die Beziehungen der keramischen Eigenschaften zu der chemischen Zusammensetzung wenigstens für die Haupttypen der Thone festzustellen. Es bleibt aber immer genug zu thun übrig, um sich unter der Masse vollständig orientiren zu können. In dem schon angezogenen Vortrag von Keller-Stolberg (§ 653) wird von Praktiker Seite dem Vorgehen Bischofs reiches Lob geschenkt. Ebenso verdienstlich sind die Arbeiten Richters in Waldenburg über den Zusammenhang der Eigenschaften der Thone mit ihrer Zusammensetzung.

Beide Arbeiten ergänzen sich insofern, als Richters einen Satz zur Bestimmung der Feuerbeständigkeit der Thone aus dem Verhältniss ihrer Hauptbestandtheile ableitete und Bischof durch synthetische Versuche, wie durch sonstiges weiteres Verfolgen der Sache die Richtigkeit des Richters'schen Satzes nachwies.

Es kommen allerdings immer noch Schwierigkeiten genug vor, sobald man es nicht mit reinen Thonsubstanzen, sondern mit den in solchen Lagerstätten fast immer unvermeidlichen Verunreinigungen durch Steintrümmer aller Art zu thun hat. Desshalb hauptsächlich ziehen viele Fabrikanten feuerfeste Steine, wenn auch mit Unrecht, vor, praktische Versuche zu machen und nach deren Resultaten die feuerfesten Thone und Thonmischungen zu beurtheilen.

Diese Versuche sollen ebenfalls besprochen werden.

§ 664. Keller hat in dem angezogenen Vortrag diese Versuchsresultate Richters und Bischofs in einer für den Praktiker verständlichen und kurzen Weise zusammengefasst, welche hier ohne Weiteres wiedergegeben werden kann, indem wegen der Details auf das eben citirte Werk Bischofs verwiesen werden muss.

Keller bespricht die Entstehung der Thone und die Ungleichartigkeit derselben in folgenden Worten:

„Wie man annimmt, sind die Thone durch Verwitterung und Zersetzung des Urgebirges und zwar vorzugsweise der in der Hauptsache aus Quarz, Feldspath und Glimmer bestehenden Gebirgsarten: Granit, Porphyr und Gneiss, theils direkt, theils indirekt, unter dem Einflusse von Wasser, Kohlensäure und Wärme entstanden. Sie befinden sich zum Theil noch auf primärer Lagerstätte, wie die Kaoline, von denen manche wegen ihres Gehaltes an Thonerde einen hohen Grad von Feuerfestigkeit, aber dennoch wenig Plasticität besitzen; zum Theil sind sie durch Ueberschwemmungen fortgerissen worden und haben sich fern von ihrer ursprünglichen Lagerstätte bei der Formation der jüngeren Gebirge aufs Neue abgelagert. — Bei vielen der in der Stein- und Braunkohlenformation vorkommenden Thone hat hierbei unter dem Einflusse des Wassers und der Kohlensäure eine sehr weitgehende Auslaugung und Zersetzung stattgefunden. Kaliumsilikat ist ausgewaschen und theilweise von den Pflanzen aufgesogen worden; ein anderer Theil hat sich bei Anwesenheit von Kohlensäure in freie Kieselsäure und Kaliumcarbonat zersetzt, welches letztere in Wasser löslich ist und daher fortgeschwemmt wurde. Dagegen ist ein mehr oder weniger von fremden Beimischungen, häufig auch von freier Kieselsäure begleitetes

*) Rammelsberg (a. a. O. S. 642) spricht von einem Halbsilikat.

**) Für das Studium der feuerfesten Thone und ihrer Verwendung ist das von Dr. Carl Bischof herausgegebene Werk: „Die feuerfesten Thone etc." (Leipzig, Quandt & Händel 1876) die beste Grundlage.

Aluminiumsilikat zurückgeblieben, welches wir als höchst plastische Masse kennen. Dass hiernach die Auslaugung und die dadurch bewerkstelligte Entfernung der Alkalien, ferner mit fortgerissene und zersetzte Pflanzenreste schon in der Natur die Thone plastischer gemacht, ist um so sicherer anzunehmen, als die sich noch auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte befindenden Kaoline dieser Tugend im Vergleiche mit dem eigentlichen feuerfesten Thone mehr entbehren und bei beiden durch künstliche Auslaugung, sowie durch Gährung die Plasticität noch erheblich vermehrt werden kann.

Je nach der Art des Muttergesteins müssen die fremden Beimischungen der Thone verschieden sein. Von der Qualität und Quantität derselben, besonders aber von dem sehr verschiedenen Verhältnisse zwischen den Hauptbestandtheilen eines jeden Thones (Kieselsäure und Thonerde) hängt seine Brauchbarkeit zu feuerfesten Zwecken vorzugsweise ab.

Fasst man die Ungleichartigkeit der Thone näher ins Auge, welche von so tiefgehendem Einflusse auf ihre Feuerbeständigkeit ist, so sind die Aufschlüsse von Th. Richters in Waldenburg und C. Bischof in Wiesbaden über die dem pyrometrischen Verhalten der Thone zu Grunde liegenden Gesetze für die Praxis von eminenter Bedeutung. Jetzt erst ist die chemische Analyse der Thone, deren Beurtheilung für den Praktiker früher ungemein schwierig war, und welche, anstatt Führerin zu sein, häufig zu Täuschungen verführte, wieder in ihr altes Recht eingesetzt. Das von Richters aufgefundene Gesetz, wonach aequivalente Mengen der als Flussmittel auftretenden Basen auf die Schmelzbarkeit der Thone einen gleichen Einfluss ausüben, ist durch die synthetischen Versuche von Bischof für alle solche Fälle bestätigt worden, wo die Basen, wie auch die Thonerde, bereits mit der Kieselsäure chemisch gebunden oder zur Bildung der entsprechenden Silikate hinreichend lange erhitzt worden sind."

§ 665. Die synthetischen Versuche Bischof's werden in nachstehenden Ausführungen Keller's besprochen, die unverkürzt wiedergegeben sind:

„Wie bekannt, sind die wesentlichen Bestandtheile und die eigentlichen feuerfesten Elemente des Thons: Thonerde und Kieselsäure, diese wohl verbreitetsten Stoffe in der Natur. Setzt man chemisch reine Thonerde und chemisch reine Kieselsäure der Platinschmelzhitze, d. h. einer Temperatur von ca. 1500° Celsius (nach Plattner 2500°) aus, so sind nach beendigtem Versuche an ersterer kaum irgend welche Zeichen von Schmelzung zu bemerken, während die Kieselsäure theilweise geschmolzen ist und eine glasartige durchscheinende Masse bildet. Man sieht daraus, dass von den beiden Hauptbestandtheilen des Thons die Thonerde der strengflüssigere ist. Vermengt man beide mit einander, beispielsweise ein Gewichtstheil Thonerde mit zwei Gewichtstheilen Kieselsäure, und setzt dieses Gemenge, welches sich dem Durchschnittsvorkommen von Thonerde und Kieselsäure in den feuerfesten Thonen nähert, wiederum einer hohen Temperatur aus, so findet man, dass dasselbe leichter schmelzbar ist als jeder der Bestandtheile für sich. Während zur Schmelzung der Kiesel- und Thonerde völlige Platinschmelzhitze erforderlich ist, zeigt das Gemenge von beiden schon bei annähernder Schmiedeeisen-Schmelzhitze deutliche Zeichen von Schmelzung. Es glasirt sich. Aendert man dagegen das Verhältniss zwischen Kieselsäure und Thonerde, und dies ist für die Praxis ungemein wichtig, so zeigt sich das Gemenge, in welchem die Thonerde vorwiegt, in demselben Verhältnisse strengflüssiger und dasjenige, worin die Kieselerde vorwiegt, in demselben Verhältnisse leichtflüssiger.

Setzt man den Gemengen von Thonerde und Kieselsäure die nun folgenden Flussmittel annähernd in demselben Verhältniss hinzu, wie dieselben gewöhnlich in den natürlichen Thonen vorkommen, z. B. 4% der einzelnen Flussmittel, so stellt sich das merkwürdige Resultat beim Schmelzversuche heraus, dass das Gemenge mit 4% Magnesia am dünnflüssigsten ist, weniger geschmolzen das in gleicher Weise mit Kalk versetzte, worauf dann das mit Eisenoxyd folgt und am wenigsten verändert das Gemenge mit Kali, welche letztere Base unter den vier genannten das grösste Aequivalentgewicht hat, während umgekehrt die Magnesia das kleinste besitzt."

§ 666. An der Richtigkeit des oben angeführten Richters'schen Lehrsatzes fährt Keller fort, „ist mithin kaum noch zu zweifeln. In Zahlen ausgedrückt verhalten sich in der That 20 Gewichtstheile Magnesia, 28 Theile Kalk, 40 Theile Eisenoxyd und 47 Theile Kali pyrometrisch gleichwerthig. Setzt man zu dem erwähnten Gemenge aus kieselsaurer Thonerde und Flussmitteln Kieselsäure im Ueberschusse hinzu, so äussert sich die Schmelzbarkeit in hohem Hitzgrade am Energischsten, so lange sich Silikate bilden. Steigt der Ueberschuss an Kieselsäure, so tritt die grössere Strengflüssigkeit des componirenden Einzelbestandtheils immer deutlicher hervor. Das Schmelzen der feuerfesten Thone besteht in der Bildung von Doppelsilikaten, von Thonerde einerseits und einer anderen Base andererseits, die entweder Magnesia, Kalk, Eisen, Kali oder Natron sein kann. Die an und für sich am schwersten schmelzbare Thonerde wirkt dabei gewissermassen der Kieselsäure und den Flussmitteln entgegen. Die Feststellung, wie viel Thonerde auf eine gewisse Menge oder ein Theil Flussmittel und wie viel Kieselsäure auf ein Theil Thonerde kommt, gibt den Massstab zur Beurtheilung des Verhaltens der Thone im Feuer. Enthält z. B. unter zwei Thonen der

eine mehr Thonerde sowohl den Flussmitteln, wie der Kieselsäure gegenüber, so ist derselbe nothwendig der strengflüssigere. Ist das Thonerde-Verhältniss zu den Flussmitteln ein gleiches, so ist der weniger kieselsäurehaltige der strengflüssigere. Ist bei zwei oder mehreren Thonen bald das eine, bald das andere Verhältniss vorwiegend, so lässt sich durch eine einfache Zahl die pyrometrische Stellung der betreffenden Thone ermitteln. Berechnet man nämlich aus der Analyse eines Thones das Flussmittel- und Kieselsäureverhältniss, setzt letzteres, welches meist kleiner ist = 1 und dividirt damit in das Flussmittelverhältniss, resp. den Zahlenwerth desselben, so erhält man eine einfache Zahl als Quotienten zur Bezeichnung des Grades der Schwerschmelzbarkeit. Bei den geringeren Thonen nehmen diese Quotienten nur wenig ab, bei den hervorragend feuerfesten Thonen ist es umgekehrt. Wir erhalten auf diese Weise bei den allerbesten feuerfesten Thonen, welche wir kennen, als Quotienten die Zahl 14. Für die reineren Kaoline sinkt dieselbe herab auf ca. 9, für die besten belgischen Thone auf 4,2. Für die besten rheinischen feuerfesten Thone beträgt der Quotient ca. 4 und sinkt so für die Thone, welche am Rhein überhaupt noch für feuerfest gelten, bis ca. 1 u. s. w. abwärts. Ueber eine gewisse Grenze hinaus werden die Thone in feuerfester Beziehung werthlos und können nicht mehr auf den Namen „feuerfest" Anspruch machen.

Der so aus der Analyse berechnete Quotient bildet zugleich ein Kriterium für die Genauigkeit der chemischen Gesammtbestimmungen. Es controlirt sich dadurch das analytische und pyrometrische Resultat. Stimmt Beides überein, so kann man der Richtigkeit gewiss sein; stimmen sie nicht, so hat sich auf der einen oder anderen Seite ein Fehler eingeschlichen."

§ 667. Von technischem Werth ist besonders das, was Keller im Folgenden über den praktischen Nutzen der von Bischof vorgeschlagenen Werthsbestimmungen der Thone sagt:

„Die Wahrheit vorstehender Sätze finden wir bei den natürlichen feuerfesten Thonen bestätigt. Die strengflüssigsten Thone, welche wir kennen, sind die englischen Steinkohlenthone und die Thone von Saarau in Schlesien. Dieselben gehören zu den thonerdereichsten. Die Berechnung aus der Analyse ergibt bei ihnen ein basisches Thonerdesilikat. Hierin gehören namentlich die Thone von Garnkirk, Stourbridge, Stannington, Wales etc., welche zugleich an Flussmitteln arm und ziemlich rein sind. — Sodann kommen die Kaoline auf primärer Lagerstätte mit ihrem nahezu gleich reichen Thonerdegehalt und die recht thonerdehaltigen und sehr feuerfesten belgischen Thone, welchen die Braunkohlenthone, namentlich der Klingenberger, Rübenacher, Grünstädter und in tieferer Linie der Hessische oder Casseler Thon der Reihe nach folgen.

Dass die den Thonen häufig beigemengte Kieselsäure, resp. Sand, die Schwerschmelzbarkeit an und für sich vermindert, ist ebenfalls eine durch die Eigenschaften der natürlichen Thone bestätigte Thatsache. Nehmen wir einen sehr feuerfesten Steinkohlenthon, der in unseren Ofenfeuern unschmelzbar ist, und setzen demselben 20% reine Kieselsäure oder Quarzsand zu, so beginnt er in einer die Gussstahlschmelzhitze wenig überschreitenden, viel niedrigeren Temperatur zu schmelzen; in gleicher Temperatur aber derselbe Thon, wenn ihm ca. 3% von einem der Flussmittel hinzugefügt wird. Die Kieselsäure wirkt also in diesem Falle als Flussmittel. Bei einem weit grösseren und so weit vergrösserten Zusatze von Kieselsäure, dass der Thonzusatz in dem Gemenge fast verschwindet, ist das Verhältniss allerdings ein ganz anderes und tritt alsdann der an und für sich sehr bedeutende Grad von Schwerschmelzbarkeit der Kieselsäure in den Vordergrund."

Können wir nun auch aus der chemischen Zusammensetzung eines Thones und der durch die Bischof'sche Berechnungsmethode erleichterten Beurtheilung einer Thonanalyse einen ganz sicheren Schluss ziehen auf das Verhalten des Thons im Feuer, so ist doch auch die mehr empirisch als wissenschaftlich zu nennende pyrometrische Untersuchung, durch welche die Richtigkeit der Analyse controlirt wird, und welche als ein abgekürztes Verfahren anzusehen ist, von grösster Bedeutung, um so mehr, da sie eine ganz bestimmte Werthstellung der Thone angibt.

§ 668. Die von Bischof für die allgemeine Werthbestimmung der Thone angewendete Methode ist eine höchst einfache und beruht auf der Beobachtung der äusseren Merkmale, welche sich an den Thonen zeigen, wenn dieselben vergleichsweise einem sehr hohen Hitzegrade ausgesetzt werden. Man kann die Methode, wenn man will, auch Titrirmethode nennen, da ein Titrirmittel, und zwar ein Versetzen der Thone mit chemisch reiner Kieselsäure in Form von Quarzpulver oder auch Kryoliththonerde dabei in Anwendung kommt. Das Verfahren ist kurz folgendes: Der zu prüfende, getrocknete und fein pulverisirte Thon wird mit der 1—10fachen Menge Quarzpulver vermengt, das Gemenge angefeuchtet, dann durchgeknetet und kleine Cylinder oder Pyramiden daraus geformt. Zugleich wird ganz auf derselbe Weise der bestbekannte oder irgend ein Normalthon behandelt, welcher dann als Massstab dient. Setzt man nun diesen Normalthon, welcher mit dem einfachen Zusatze vermengt ist, = 1, so lässt sich damit eine bestimmte Vergleichs-Scala feststellen. Bedarf z. B. ein Thon, um unter sonst gleichen Verhältnissen die gleichen Erscheinungen im Feuer zu zeigen, eines zweifachen Zusatzes, so ist seine Feuerfestigkeit = 2, bedarf er eines dreifachen Zusatzes, so ist sie = 3 u. s. w. Will

man dagegen, was eine bessere Uebersicht gewährt, die Feuerfestigkeitsstufe in Procenten angeben, so nimmt man den Normalgrad der Feuerfestigkeit (Garnkirk-Thon, Thon von Saarau) = 100 an und rangirt danach die im Feuer untersuchten und mit dem Normalthon verglichenen Thone ein. Eine möglichste Gleichmässigkeit in der Ausführung ist bei den Versuchen natürlich sehr nöthig.

Bei der pyrometrischen Untersuchung der feuerfesten Quarze, welche, wie sie in der Natur vorkommen, fast von denselben Beimischungen begleitet sind, wie die Thone (viele davon sind allerdings merkwürdig rein und eignen sich dann, wenn ihre physikalischen Eigenschaften es gestatten, zur Verwendung) bedient sich Bischof eines ganz ähnlichen Verfahrens. Er benutzt chemischreines Quarzpulver (aus Bergkrystall hergestellt), als Grundlage und Massstab der Beurtheilung und wendet dasselbe gleichzeitig auch zur Titrirung an. Versetzt mit der 1, 2, 3—10 fachen Menge reinen Quarzpulvers, wird der zu untersuchende Quarz oder Sandstein mit dem normalen Quarze zusammen einem sehr hohen Hitzgrade (diesmal Schmiedeeisenschmelzhitze, nicht Platinschmelzhitze, weil sonst auch der chemisch reine Quarz in Schmelzung übergehen würde), ausgesetzt und je nach dem den äusseren Merkmalen nach übereinstimmend gefundenem Resultate die Scala gebildet. Dieselbe beginnt mit 100 für den chemisch reinen Quarz. Ein Sandstein, welcher 1 Theil Quarzpulver bedarf, um ein annähernd gleiches Verhalten zu zeigen, ist 100—1 = 99, ein geringerer, welcher 2 Theile Quarzpulver bedarf, 100—2 = 98 u. s. w.

§ 669. Was nun die Benutzung der im Laboratorium angestellten vergleichenden pyrometrischen Untersuchungen der feuerfesten Thone und Quarze in der Praxis angeht, so ist die Nutzanwendung im Allgemeinen mehr eine negative. Man gewinnt dadurch allerdings ein ziemlich genaues Urtheil in Betreff der Güte und Verwendbarkeit eines Thones oder Quarzes, wenn die procentuale Stellung desselben im Vergleiche mit dem Normalthon oder chemisch reinen Quarz einen gewissen Procentsatz überschreitet, mehr noch erfährt man aber durch solche Untersuchungen, vor welchen Thonen und Quarzen man sich zu hüten hat. Fällt die Güte eines Thones merklich unter 30%, so ist der Werth desselben nur gering und kann ein solcher Thon, wenn er im Uebrigen auch noch so lobenswerthe Eigenschaften besitzt, nicht als Thon bester Qualität verwendet werden; fällt aber die Güte eines Quarzes unter 90%, wie die meisten, so ist derselbe ebenfalls nur von untergeordnetem Werthe und kann nicht zu feuerfesten Steinen bester Qualität, von denen man einen hohen Grad von Schwerschmelzbarkeit verlangt, Anwendung finden."

Die im Vorstehenden schliesslich bekannte Beschränkung der Benutzbarkeit der pyrometrisch-analytischen Untersuchungen muss dahin verstanden werden, dass nur ein Theil derselben auf Materialien von hinlänglicher Güte sich beziehen kann, ein sehr grosser Theil aber Rohstoffe und Gemenge betrifft, die nach Kenntniss von dem Ausfall der Untersuchung verworfen werden müssen. Dass Keller nicht im Sinn hatte, die Verdienste Bischofs zu verkleinern, geht aus den folgenden Worten hervor:

„In wirklich auffallender Weise habe ich die Bischof'schen Angaben, welche ich seit Jahren fleissig benutzte, durch die Praxis bestätigt gefunden, weshalb ich keinen Anstand nehme, an dieser Stelle die ausserordentlichen Verdienste des genannten Chemikers hervorzuheben. Derselbe hat sich fast ausschliesslich nur mit der wissenschaftlichen Untersuchung feuerfester Materialien befasst und höchst werthvolle Beiträge zur Entdeckung der denselben innewohnenden unabänderlichen Gesetze geliefert. Für alle Fälle ist, obwohl die pyrometrischen Versuche am schnellsten zu einer Beurtheilung des relativen Werthes der Thone und Quarze verhelfen, die Kenntniss und richtige Beurtheilung der genauen quantitativen Analyse für den Praktiker unerlässlich."

§ 670. Die Bischof'sche Normalthonreihe aus deutschen, österreichischen und belgischen Thonen zusammengesetzt, gibt eine klare Uebersicht der eben besprochenen Anschauungsweise und folgt desshalb hier:

Obenan steht der Thon I[a] Qualität von Saarau in Schlesien, welcher den berühmten schottischen Garnkirk-Thon noch entschieden übertrifft.

Klasse I. Thon von Saarau I[a] Qualität. Feuerfestigkeitsgrad = 100%. Bindevermögen = 2.

Thonerde	36,30	
Kieselsäure, chem. geb. . .	38,94	43,84
„ als Sand . .	4,90	
Magnesia	0,19	
Kalk	0,19	
Eisenoxyd	0,46	
Kali	0,42	
Glühverlust	17,78	
	99,18	

Diese chemische Zusammensetzung gibt die Formel: 19,25 (AlO_3, 1,38 SiO^3) + RO d. h.

auf 1 Theil Flussmittel kommen 19,25 Thonerde (sehr bedeutend)
„ 1 „ „ „ 26,50 Kieselsäure
„ 1 „ Thonerde „ 1,38 „
Der Feuerfestigkeitsquotient ist also 13,95.*)

§ 671. Klasse II. Geschlämmter Kaolin von Zettlitz in Böhmen. Feuerfestigkeitsgrad = 70—60%. Bindevermögen = 3.

Thonerde	38,54	
Kieselsäure, chem. geb.	40,53	45,68
„ als Sand	5,15	
Magnesia	0,38	
Kalk	0,08	
Eisenoxyd	0,90	
Kali	0,66	
Glühverlust	13,00	
	99,24	

Diese chemische Zusammensetzung gibt die Formel: 12,82 (AlO_3, 1,35 SiO^3) + RO oder:

1 Theil Flussmittel kommt auf die grosse Menge 12,82 Thonerde
1 „ „ „ „ 17,31 Kieselsäure
1 „ Thonerde „ „ 1,35 „
Der Feuerfestigkeitsquotient = 9,49.

§ 672. Klasse III. Normalthon unter den hervorragend plastischen Thonen: der beste belgische Thon (von Andennes, Strud, Navinnes etc.) Grad der Feuerfestigkeit = 50%. Bindevermögen = 10—11.

Thonerde	34,78	
Kieselsäure, chem. geb.	39,69	49,64
„ als Sand	9,95	
Magnesia	0,41	
Kalk	0,68	
Eisenoxyd	1,80	
Kali	0,41	
Glühverlust	12,00 (Wasser, Kohle, Schwefel)	
	99,72 (Spuren von Titansäure).	

Diese chemische Zusammenstellung gibt die Formel: 6,86 (AlO_3, 1,63 SiO^3) + RO oder:

1 Theil Flussmittel kommt auf 6,86 Thonerde
1 „ „ „ „ 11,20 Kieselsäure
1 „ Thonerde „ „ 1,63 „
Der Feuerfestigkeitsquotient = 4,21.

§ 673. Klasse IV. Thon von Mülheim bei Coblenz (beste, mehr von Schwefelkies freie Qualität) als Repräsentant der Gruppe und event. Ersatzthon für den belgischen, wegen grosser Aehnlichkeit, auch in physikalischer Hinsicht. Grad der Feuerfestigkeit = 45%. Bindevermögen = 9—10.

Thonerde	36,00	
Kieselsäure, chem. geb.	41,00	49,74
„ als Sand	6,74	
Magnesia	0,33	
Kalk	0,40	
Eisenoxyd	2,57	
Kali	1,05	
Glühverlust	11,81 (Wasser, Kohle, Schwefel)	
	99,90 (deutliche Spuren von Titansäure).	

Diese chemische Zusammensetzung gibt die Formel: 5,96 (AlO_3, 1,51 SiO^3) + RO oder:

1 Theil Flussmittel kommt auf 5,96 Thonerde
1 „ „ „ „ 9,10 Kieselsäure
1 „ Thonerde „ „ 1,51 „
Der Feuerfestigkeitsquotient = 3,95.

*) Um die Bischof'schen Schlüsse nicht zu stören, sind seine Verhältnisszahlen, welche auf der Form SiO_3 der Kieselsäure beruhen, nicht auf die jetzt gültige Form SiO_2 bezogen worden.

§ 674. Klasse V. Grünstädter Hafenerde (Kaolinartiger Thon auf secundärer Lagerstätte). Grad der Feuerfestigkeit ca. 30%. Bindevermögen = 8—9.

Thonerde	35,05	
Kieselsäure, chem. geb. . .	39,32	47,33
„ als Sand . .	8,01	
Magnesia	1,11	
Kalk	0,16	
Eisenoxyd	2,30	
Kali	3,18	
Glühverlust	10,51	(Wasser, Kohle, Schwefel)
	99,64	(undeutliche Spuren von Titansäure.)

Diese chemische Zusammensetzung gibt die Formel: 3,65 (AlO_3, 1,54 SiO^3) + RO oder:

1 Theil Flussmittel kommt auf 3,65 Thonerde
1 „ „ „ „ 5,64 Kieselsäure
1 „ Thonerde „ „ 1,54 „
Der Feuerfestigkeitsquotient = 2,37.

§ 675. Klasse VI. Casseler Thon (Mönchsberg) Repräsentant der Braunkohlenthone. Grad der Feuerfestigkeit = 20%. Bindevermögen = 9.

Thonerde	27,97	
Kieselsäure, chem. geb. . .	33,59	57,99
„ als Sand . .	24,40	
Magnesia	0,54	
Kalk	0,97	
Eisenoxyd	2,01	
Kali	0,53	
Glühverlust	9,43	(Wasser org. Substanz, Schwefel)
	99,44	

Diese chemische Zusammensetzung gibt die Formel: 4,73 (AlO_3, 2,37 SiO^3) + RO oder:

1 Theil Flussmittel kommt auf 4,73 Thonerde
1 „ „ „ „ 10,46 Kieselsäure
1 „ Thonerde „ „ 2,37 „
Der Feuerfestigkeitsquotient = 1,86.

§ 676. Klasse VII. Thon von Niederpleis a. d. Sieg, Repräsentant der geringeren Braunkohlenthone. Grad der Feuerfestigkeit = 10%. Bindevermögen = 9.

Thonerde	28,05	
Kieselsäure, chem. geb. . .	30,71	58,32
„ als Sand . .	27,61	
Magnesia	0,75	
Kalk	0,72	
Eisenoxyd	1,89	
Kali	1,39	
Glühverlust	8,66	
	99,78	

Diese chemische Zusammensetzung gibt die Formel: 3,89 (AlO_3, 2,37 SiO^3) + RO oder:

1 Theil Flussmittel kommt auf 3,89 Thonerde
1 „ „ „ „ 9,25 Kieselsäure
1 „ Thonerde „ „ 2,37 „
Der Feuerfestigkeitsquotient = 1,64.

Die zur VII. und letzten Klasse gehörenden 10%igen Thone haben, wenn auch von untergeordnetem Werthe, immerhin noch einen angemessenen Grad von Schwerschmelzbarkeit und können daher, in richtiger Weise verwendet und durch gewisse Zusätze verbessert, immerhin zu geringen Sorten feuerfester Steine Anwendung finden. Thone dagegen, welche noch tiefer stehen, verdienen nicht mehr die Bezeichnung „feuerfest“ und müssen von der Verarbeitung zu feuerfesten Zwecken gänzlich ausgeschlossen werden.

§ 677. Weitere Thonanalysen hier zu geben, würde den Zwecken dieser Arbeit nicht entsprechen, umsoweniger, als mehr und mehr die Herstellung der feuerfesten Produkte Gegenstand eines besonderen Betriebes ist und umfassend specielle Erfahrungen verlangt. Der Eisenhüttenmann braucht nur eine allgemeine Orientirung unter den zu Gebote stehenden Materialien und recurrirt z. Z. für die meisten seiner Ofenbau-Materialien an die Specialindustrie.

Nur ganz vereinzelt greift er aus Betriebsrücksichten zur eigenen Fabrikation und beschränkt sich dieselbe dann mehr auf solche Dinge, welche, von auswärts bezogen, zu theuer werden würden, (Tiegel) oder welche in solcher Verbindung mit metallenen und anderen Construktionen und Geräthen hergestellt werden, dass sie am Ort der Letzteren gemacht werden müssen (Converterböden und -futter, Ofenheerde und Analoges).

Eine Reihe von Thonanalysen finden sich in den Publikationen des Vereins für Ziegel-Fabrikation etc., sowie in verschiedenen Arbeiten Bischof's, Richters' u. A.; Percy in seiner Metallurgie I gibt auch etliche Analysen, worunter indessen viele ältere.

Die keramische Literatur der Franzosen (Brongniart, Salvetat u. A.) enthält ebenfalls mancherlei Material. Bemerkenswerth ist eine geologisch-technische Studie über die Thonlager New Jersey's durch die Staatsgeologen Cook und Smock in New Brunswick. Die derselben beigegebenen Tabellen sind von Interesse, weil sich darin auch die meisten der europäischen Thone erwähnt finden (um Vergleiche ziehen zu können). Die Karten und die ganze Ausstattung verrathen das öffentliche Interesse, was in Amerika derartige Explorationen begleitet.

§ 678. Von bedeutender Feuerfestigkeit sind noch einzelne Mineralien der Talk- und Serpentingruppe, z. B. Talk, Speckstein, Meerschaum, Pikrosmin und der Serpentin selber; es sind wasserhaltige Magnesiasilikate von stark basischem Charakter. Der Serpentin mit 40—45 $/_{00}$ Kieselsäure, fast gleichen Mengen Magnesia, ca. 12—13 $/_{00}$ Wasser und ca. 2 $/_{00}$ Eisenoxydul in den reineren Varietäten, ist nach Rammelsberg (Handwörterbuch II. Th. S. 506)

$$H_2\,Mg_3\,Si_2\,O_8 + Aq = \left\{ \begin{matrix} H_4 \quad SiO_4 \\ 3\,Mg_2\,SiO_4 \end{matrix} \right\} + 2\ Aq$$

weil die Hälfte des Wassers bei schwachem Glühen, die andere Hälfte erst nach starkem und längerem Glühen weggeht.

Auch thonerdehaltige Serpentine finden sich und kann man dieselben als Gemenge von Serpentin- und Thonsubstanz ansehen. Bildstein, Magnesit und Speckstein schliessen sich dem Serpentin an, ebenso Talk- und Chloritschiefer, welche sich zu feuerfesten Bauten sehr gut verwenden lassen. Neuerdings jedoch scheint man einzelne dieser Materialien nur noch bei der Darstellung künstlicher Steine zu benutzen. Es hatten 1873 etliche österreichische Firmen Magnesit und Magnesitziegel, sowie Bildstein und Bildsteinziegel ausgestellt (cf. Bischof).

§ 679. Derartige Materialien bilden den Uebergang zu den für die Eisen- und Stahlindustrie neuerdings so sehr wichtig gewordenen vollkommen basischen Ausfütterungs-Substanzen und Bausteinen. Die Versuche von Thomas und Percy Gilchrist haben gezeigt und die weitere Erfahrung in dem von ihnen erfundenen Entphosphorungs-Verfahren hat es bestätigt, dass es möglich ist, aus Kalksteinen und Dolomiten durch einfache Operationen, worunter namentlich ein sehr starkes Brennen der fertiggeformten Waare gehört, Steine von hinlänglicher Haltbarkeit herzustellen. Eine grosse Beständigkeit, der Zeit nach, erlangen diese basischen Steine nicht, dagegen ertragen sie immerhin eine Magazinirung von etlichen Monaten und Wochen, so dass die Möglichkeit der Fabrikation in grösserem Maassstab, sowie des Transportes gegeben ist.

Die zu der Herstellung der basischen Ziegel angewandten Materialien sind magnesiahaltige Kalksteine, also dolomitische Kalke, wie sie im 2. Abschnitt bei den Zuschlägen besprochen worden sind, woselbst auch eine grössere Zahl von Analysen mitgetheilt sich finden (S. 188 u. ff.)

Da sich Alles, was bis jetzt in dieser Richtung geschehen ist, auf die Entphosphorungs-Arbeiten in der Bessemerretorte bezieht und auch concurrirende Methoden der Herstellung basischer Futter stets der bezüglichen Roheisenverarbeitung angepasst werden, um leichter Eingang zu finden, so wird das Detail der Herstellung dieser basischen Fabrikate im III. Band zu besprechen sein.

§ 680. Im Anschluss an die basischen Materien ist noch des Beauxites zu erwähnen, welcher bereits (S. 58, 92, 104 u. 146) genannt worden ist. An der zuletzt angeführten Stelle sind mehrere Analysen mitgetheilt, aus denen zu ersehen ist, dass gewöhnlicher Beauxit ein Gemenge von Thonerdehydrat und Eisenoxydhydrat mit einer sehr wechselnden Menge von Thonerdesilikat und dass auch das Verhältniss von Thonerde und Eisenoxyd unter einander durchaus kein constantes ist.

Die Feuerbeständigkeit rührt daher, dass ein sehr basisches Thonerdesilikat entsteht, wenn nur der Beginn einer Frittung geschieht. Durch weitere Aufnahmen von Thonerde wird diese

schwache Spur einer Schmelzung vollkommen wirkungslos und Steine aus Beauxit haben bis jetzt den heftigsten Hitzen ebenso und oft noch besser als Chamotte und Quarzsteine widerstanden, weil auch der corrodirende Einfluss der Metalloxyde hier ausser dem Spiel bleibt.

Selbst rohe eisenreiche Beauxite hach nach Versuchen Bischofs in Platinschmelzhitze Erhaltung der Form, bei einer homogenen Erweichung durch die ganze Masse gezeigt. Die ganz weissen Varietäten, welche fast eisenfrei sind, geben das einzige hervorragende Mittel, den Thonerdegehalt anderer feuerfester Thone und ihre Schwerschmelzigkeit in beliebig hohem Maass zu steigern.

Eine unbequeme Eigenschaft der Beauxite in technischer Beziehung ist der Wassergehalt, welcher ein sehr starkes Schwinden beim Brennen verursacht. Desshalb sind die Beauxit-Fabrikate im Hüttenwesen bis jetzt nur vereinzelt zur Verwendung gekommen; besonders Siemens hat zu verschiedenen Versuchsoperationen (in seinem rotirenden Ofen etc.) Beauxitsteine genommen und da empfohlen, wo es auf ein sehr solides basisches Material ankommt.

§ 681. Ein ausserordentlich beständiges Material ist der in älteren Formationen auftretende krystallinische Kohlenstoff, der Graphit. Mit der dem Kohlenstoff eigenen Unschmelzbarkeit, welche bekanntlich der Hitze des elektrischen Flammenbogens Widerstand leistet, verbindet der Graphit einen hohen Grad von Unverbrennlichkeit, der ihn geeignet macht, in passender Mischung mit plastischen Materialien, zur Herstellung feuerfester Bautheile, namentlich aber feuerfester Gefässe, zu dienen.

Der Graphit ist ein Gemenge von krystallisirtem resp. krystallinischem Kohlenstoff mit 13—28 $/_{00}$ und noch mehr verschiedenen Mineralsubstanzen, namentlich eisenhaltigem Schieferthon; fast alle Graphitsorten zeigen einen gewissen Gehalt an flüchtigen Bestandtheilen, der aber selten 2 $/_{00}$ übersteigt.

Die besten Graphitsorten liefert das Ausland, sogar die aussereuropäischen Bezirke. In Deutschland sind nur die Lagerstätten von Obernzell und Hafnerszell bei Passau und wenig andere bekannt, während in Oesterreich die Gruben zu Wolmersdorf (Nieder-Oesterreich) Mugrau, Müglitz, Oels, Kernstadt in Mähren, Krumau in Böhmen, Singsdorf bei Rottenmann in Steyermark, genannt werden.

Ein Graphit von Ticonderoga (Staat New-York), wird in Jersey City verarbeitet, ein anderer Graphit kommt aus Canada.

Der Graphit von Ceylon bildet die Grundlage der englischen und vieler anderen Tiegel-Fabrikationen, während der sibirische Graphit der „Mine Alibert“ ebenso wie der altberühmte Cumberländische Graphit von Borrowdale besonders zu Zeichnen-Material verarbeitet werden. Graphit wird in der Technik feuerfester Fabrikate nur zu Tiegeln verarbeitet und hat im Eisenhüttenwesen nur für die Gussstahl-Fabrikation Interesse.

2. Kapitel.

Von den künstlichen Produkten.

§ 682. Die im vorigen Kapitel geschilderten feuerfesten Rohstoffe, bedürfen mit Ausnahme der direkt verwendbaren steinigen Substanzen eine den verschiedenen Zwecken entsprechende Zubereitung und Verarbeitung zu passend geformten, oder zu in loser Form zu verwendenden Baumaterialien.

Die verschiedenen Arbeiten, welche diese Umwandlung des Rohmaterials ausmachen und in allen bedeutenderen Industriebezirken Specialanstalten zufallen, haben in erster Linie eine passende Mischung sich ergänzender Substanzen, in zweiter Linie eine möglichst vollständige Homogenisirung der zu verbrauchenden Massen zu bewirken. Beides wird wesentlich unterstützt durch eine entsprechende Vorbereitung, — Verwittern, Schlämmen u. s. f.

Eine sehr gute Darstellung sämmtlicher hierher gehörender Processe, gibt Dr. Carl Bischof's Werk: „Die feuerfesten Thone“ (Leipzig 1876), auf welches wegen aller Details verwiesen werden muss. Für den vorliegenden Zweck genügt die Wiedergabe einzelner Stellen des schon erwähnten Keller'schen Vortrages, welcher die Hauptpunkte zusammenfasst und eine vollkommene Orientirung gewährt.

§ 683. Keller bemerkt zunächst, dass bei vielen, sonst sehr feuerfesten Thonen ein Verwittern an der Luft schon von ausgezeichneter Wirkung ist. Die mehr eisenreichen, häufig genug schwefelkieshaltigen Thone zersetzen sich an der Luft, der Regen führt die Eisensalze fort und der Thon gewinnt dadurch an Reinheit, Plasticität und Gleichmässigkeit. Kohlensaurer Kalk kann durch Doppelzerlegung mit Schwefelkies als Gyps fortgeführt werden, während die vorhandenen organischen Stoffe auflockernd wirken, die Zersetzung befördern und zur Bildung löslicher Verbindungen beitragen. — So stürzt man in England die feuerfesten Schieferthone (Garnkirk, Stourbridge) in Halden von 15—20 Fuss Höhe und setzt sie einige Jahre der Einwirkung der Atmosphärilien aus. Der Schieferthon wird dann eisenfreier, thonerdereicher und bindender, daher für den Gebrauch mehr geeignet.

Ein noch wirksameres, aber mehr künstliches Mittel, ist das Schlämmen. Eine Abscheidung von schwereren und gröberen Theilen, von Eisenverbindungen, Sand, Quarz etc. ist dadurch am rationellsten und besten zu erreichen. Ausserdem entführt das Schlämmwasser Alkalien, wie auch einen Theil Kieselsäure in löslicher Form, besonders, wenn dem Schlämmen ein organischer Zersetzungsprocess vorhergegangen ist. Bei den sehr reinen und höchst feuerfesten Thonen der Steinkohlen-Formation ist ein solcher organischer Zersetzungsprocess sehr wahrscheinlich mit thätig gewesen, woraus sich besonders der reichliche Thonerdegehalt erklärt.

Durchaus verwerflich ist nach Keller das Behandeln der Thone mit Säuren, was sich im Grossen ohnedies auch nur mit sehr grossen Kosten bewerkstelligen lässt. Was auf der einen Seite in Bezug auf die Befreiung des Thones von Flussmitteln dabei gewonnen wird, geht auf der anderen Seite dadurch reichlich wieder verloren, dass von der werthvollen Thonerde nicht wenig mit fortgeführt wird. Als die einzigen praktischen Mittel zur Verbesserung der Thone, sind also nur das Auswittern und Schlämmen zu empfehlen und im Grossen zur Anwendung gekommen. Ihre Wirkung ist indessen nach Keller keine so durchgreifende, das schlechte Thone, welche man im Naturzustande verwirft, dadurch in gute umgewandelt werden könnten.

§ 684. Keller kommt vielfach darauf zurück, dass bei der Fabrikation der feuerfesten Steine, die richtige Auswahl des Rohmaterials die Hauptgrundlage für tüchtige Leistungen ist. In zweiter Reihe steht die sachgemässe Ausnutzung der physikalischen und chemischen Eigenschaften desselben, die richtige Verwendung, das richtige Mischen und die sorgfältige Verarbeitung. Hierin ist die auf Erfahrung und fortwährender Beobachtung beruhende Sachkenntniss des Fabrikanten Hauptsache. Die Methoden der Verarbeitung selbst variiren in den verschiedenen Ländern und in allen Fabriken je nach der Eigenthümlichkeit des zur Verwendung kommenden Materials und je nach den für die bestimmten Zwecke an das Fabrikat gestellten Anforderungen. — Da die feuerfesten Thone durchgängig von sehr ungleichartiger Beschaffenheit sind und diese Ungleichartigkeit sich in unzähligen Abstufungen und Verschiedenheiten der Qualität zu erkennen gibt, so sollte eine Fabrik, welche sich vielseitiger Leistungen rühmen möchte, nicht auf die Ausbeutung eines einzigen Thonlagers angewiesen sein. Möglichst freie und unbeschränkte Wahl des Materials, dessen Güte ja auch den Werth des Fabrikates wechselseitig bedingt, muss stets als ein besonderer Vorzug in Bezug auf die örtliche Lage einer Fabrik hervorgehoben werden.

In allen Ländern der Erde, in denen die metallurgische Industrie von einiger Bedeutung ist, werden feuerfeste Steine fabricirt und zwar früher nur aus feuerfestem Thon. Erst seit etwa 30 Jahren ist man auch auf die Verwendbarkeit des Quarzes in Form von Sand und Sandstein aufmerksam geworden, und ist dessen Verarbeitung zu feuerfesten Zwecken allmählig mehr in den Vordergrund getreten. Da von den Quarzsteinen später die Rede sein soll, so wäre zuerst das Bemerkenswertheste über die Fabrikation der Thon- und Chamottesteine zu erwähnen. Diese Steinsorte ist immer noch die am meisten verbreitete, da sie in allen möglichen Dimensionen angefertigt und zu den meisten Zwecken, bei denen es sich nicht gerade um die höchsten Hitzegrade handelt, mit Vortheil verwendet werden kann.

§ 685. Alle feuerfesten Thone schwinden und reissen im Feuer, die fetten oder plastischen Thone mehr, die mageren weniger. Man ist daher immer genöthigt, dem rohen Thon bei der Verarbeitung sogen. Chamotte, d. h. bereits gebrannten Thon, oder alte feuerfeste Thonsteine und Scherben von gebrauchten Thongefässen (Porzellankapseln, Glashäfen, Schmelztiegel, Muffeln etc.), letztere als Surrogate für den gebrannten Thon, zuzusetzen. Es gewinnt die Masse dadurch an Dichtigkeit, Widerstandsfähigkeit, Festigkeit und Unveränderlichkeit. Zugleich kann auf diese Weise die Feuerbeständigkeit nicht unwesentlich erhöht werden, wenn z. B. zu einem weniger feuerfesten Thon ein anderer, mehr feuerfester, in gebranntem Zustande als Chamotte hinzugesetzt wird. Je feiner das Korn der Chamotte ist, desto mehr kann man davon einem Thone zusetzen; es gewinnt die Masse dadurch an Gleichmässigkeit und Festigkeit, verliert dagegen mehr die Fähigkeit, Temperaturwechsel zu ertragen. Umgekehrt, je gröber das Chamottekorn, desto besser verträgt die Composition rasche Temperaturveränderung. Am besten sucht man beide Eigenschaften zu vereinigen, indem man dem ziemlich fein gemahlenen rohen Thon ein Gemisch von fein und grob gemahlener Chamotte, und zwar letztere in etwas stärkerem Verhältniss, zuletzt. Indessen nimmt man in der Regel das grobe Korn höchstens 7 mm gross.

Da das Mahlen die erste Operation ist, welcher die genannten beiden Bestandtheile, der rohe und gebrannte Thon (oder Surrogate des Letzteren) unterworfen werden, so empfiehlt sich zur Erreichung der richtigen Korngrösse die Anwendung bestimmter Zerkleinerungsapparate, z. B. der Kollergänge für rohen Thon und fein zu mahlende Chamotte und der Walzwerke zur Herstellung des in der Mischung erforderlichen groben Chamottekorns. Da letztere an und für sich in quantitativer Beziehung leistungsfähiger sind, wie die Kollergänge, so findet man schon aus diesem Grunde eine Combination der beiden Zerkleinerungssysteme bei den meisten Chamottestein-Fabriken in Anwendung.

§ 686. Das Verhältniss, in welchem der gebrannte Thon mit dem rohen vermischt wird, ist je nach dem Festigkeitsgrade, resp. Bindevermögen des rohen Thones, verschieden. Ist das letztere sehr bedeutend, etwa = 10—12, wie beim belgischen Thon, und ist die Chamotte scharf gebrannt, was zur Herstellung guter Steine durchaus erforderlich, so nimmt man einen Theil rohen Thon auf zwei Theile gebrannten. Ist der zur Verwendung kommende rohe Thon jedoch mager und hat wenig Bindevermögen, so würde der Chamottezusatz, um eine genügend plastische und zur weiteren Verarbeitung taugliche Gesammtmasse zu erhalten, bedeutend geringer werden müssen und kann sogar in das Verhältniss 1 : 1, d. h. ein Theil gebrannten auf ein Theil rohen Thon übergehen. Ist der Grundsatz feststehend, den besten, d. h. feuerfestesten Thon, der dem Fabrikanten zur Verfügung steht, als Chamotte in der Mischung zu verwenden, so resultirt daraus, dass man fast überall die fetten Thone als rohen Theil und die mageren Thone, welche in der Regel feuerfester sind und sich meist sehr fest, resp. hart, brennen, als gebrannten Theil in der Composition verwendet, indem man durch den alsdann erforderlichen grösseren Zusatz an gebranntem Thon die Feuerfestigkeit der Gesammtmasse erhöht. Abweichungen von dieser Regel sind indessen je nach dem verschiedenen pyrometrischen Werthe der zur Verfügung stehenden Thone bisweilen erforderlich.

§ 687. Nachdem das richtige Mischen der genannten beiden Bestandtheile der Chamottesteine vermittelst einer einfachen Manipulation vor sich gegangen, muss sich die Hauptaufmerksamkeit bei der weiteren Verarbeitung der nunmehr mit Wasser im richtigen Verhältniss angefeuchteten Masse darauf richten, eine möglichste Homogeneïtät im Inneren derselben und eine möglichst grosse mechanische Festigkeit des fertigen Steins durch die Sorgfalt in der weiteren Behandlung hervorzubringen. Man erreicht dies durch ein gehöriges inniges Durchkneten der Masse, ein recht festes Hineinschlagen derselben in die Formen und ein vorsichtiges und langsames Austrocknen der geformten Steine. Bei einer Uebereilung des Austrocknens wird die Masse in gewissem Grade wieder aufgelockert und die Güte des Steins in Hinsicht seiner mechanischen Festigkeit nicht unwesentlich beeinträchtigt.

Gerade von den Chamottesteinen, deren Tugenden in Hinsicht der Schwerschmelzbarkeit von der Natur des verwendeten Thones abhängen, verlangt man zu den meisten Verwendungen in der Praxis einen hohen Grad von mechanischer Festigkeit. Bei leichtflüssigeren Thonen, welche schon in nicht hohem Hitzegrade die Neigung zeigen, in Sinterung überzugehen, macht häufig das gewöhnliche Brennen, welches den Schluss der Fabrikation bildet, die bei der Verarbeitung der Masse begangenen Nachlässigkeiten wieder gut, indem die daraus verfertigten Steine nach dem Brennen genügend fest und hart erscheinen. Nicht aber ist dies bei sehr feuerbeständigen Thonen der Fall, bei denen nicht leicht eine Sinterung in der Hitze der gewöhnlichen Brennöfen eintritt. Bei diesen muss man dem als feste Regel geltenden möglichst scharfen Brennen unbedingt die sorgfältigste und solideste Verarbeitung der Masse, womöglich ein starkes Nachpressen der mit der Hand geformten Steine vorhergehen lassen. Es kann dann um so weniger fehlen, dass das fertige Fabrikat bei seiner spätern Verwendung hohen Hitzegraden gegenüber Stand hält und nicht nachträglich schwindet.

§ 688. Wie sehr sich das hier Gesagte in Wirklichkeit bestätigt, wird durch mehrere Beispiele aus der Praxis anschaulich. — Bekanntlich verdanken die feuerfesten Chamottesteine von Garnkirk in Schottland ihre grosse Berühmtheit lediglich dem hohen Grade von Feuerfestigkeit des Garnkirk'schen Steinkohlenschieferthons. Dieselben werden in den verschiedensten, theils kleinen, theils grossen Dimensionen angefertigt. Die in gewöhnlichem Ziegelformate gelieferten, am meisten verbreiteten Steine sind in der That ganz vortrefflich, da sie unter starkem Drucke vermittelst einer Dampfpresse geformt werden, wodurch sie eine grosse mechanische Festigkeit erhalten. Der wenig bindende, sehr magere Thon, welcher schon an und für sich in der Hitze nur unwesentlich schwindet, wird durch diese Art des Formens (welche wegen der Eigenthümlichkeit des Thones hier entschieden der Handformerei vorzuziehen ist), derartig zusammen gepresst, dass die fertigen Steine auch dann sehr fest erscheinen, wenn sie beim Brennen keiner grossen Hitze ausgesetzt worden sind. Sie zeigen die Tugend, später nicht mehr erheblich nachzuschwinden. Ihre Verwendbarkeit ist desshalb eine höchst vielseitige. — Ganz anders verhält es sich dagegen mit den Garnkirk-Steinen in grossen Formaten, welche auf Grund eines theils gerechtfertigten, theils auf Illusion beruhenden Vorurtheils von vielen Hochofenwerken verwendet und oft den inländischen Fabrikaten vorgezogen werden.*)

*) Wie die Engländer, denen die Natur das vorzüglichste Rohprodukt so zu sagen in den Schoos wirft, gewohnt sind, bei der Verarbeitung desselben mit einer grossen Nachlässigkeit zu verfahren und keinerlei Sorgfalt auf die Fabrikation zu verwenden, weist Keller an folgendem Beispiel nach. Ist die Fabrik in Garnkirk, wie dies namentlich in den Jahren 1872 und 73 der Fall war, mit Aufträgen für Hochöfen überhäuft, so nimmt man sich daselbst nicht die nöthige Zeit, das Material einer sorgfältigen Verarbeitung zu unterziehen. Die höchst nachlässig gemischte, geknetete und geformte, an sich höchst feuerbeständige Masse kann bei der verhältnissmässig geringen Hitze der Brennöfen keine genügende mechanische Festigkeit erlangen, welche doch gerade bei Hochofensteinen sehr wichtig ist. Grosse Parthieen Steine werden dennoch ohne Weiteres, gestützt auf das alte Renommée, versandt und kommen, da die Masse mürbe und bröckelig ist, in sehr defektem Zustande an ihrem Bestimmungsorte an. Eine Folge des nachlässigen Verfahrens bei der Fabrikation ist die verhältnissmässig sehr geringe Dauer in den Oefen, was in solchen Fällen von den Consumenten, die keine Kosten gescheut haben, sich das berühmte Material zu verschaffen, aufs Bitterste beklagt wird. Hier ist also, die hohe Feuerfestigkeit ein Hinderniss, um den Mangel an Sorgfalt in der Verarbeitung des Rohmaterials durch das Brennen der Steine auszugleichen.

§ 689. Im Allgemeinen bietet die Fabrikation der Chamottesteine, deren Detailbeschreibung Keller übergeht, keine besondere Schwierigkeit. Dies ein Grund mit, weshalb sich so viele Fabriken auf ihre Herstellung verlegen und meist überall da mit geschäftlich günstigem Erfolge, wo keine sehr hohe Anforderung an Feuerbeständigkeit gestellt wird.

Zieht man in Betracht, dass die physikalischen resp. chemischen Eigenschaften der zu den Chamottesteinen verwendeten Thone ihre Güte gewissermassen limitiren und selbst die sorgfältigste Verarbeitung nur in relativer Hinsicht etwas ausrichten, oder daran verbessern, nicht aber aus schlechten Thonen gute Steine machen kann, so liegt es auf der Hand, dass in technischer Beziehung von wesentlichen Fortschritten in dieser Branche keine Rede sein kann.

§ 690. Bedeutender und interessanter sind dagegen die Fortschritte, welche, namentlich in Deutschland, die Anfertigung der feuerfesten Quarzsteine gemacht hat. Es ist dies ein Fabrikat, welches seit ca. 20—30 Jahren in Aufnahme gekommen ist und eine hohe Bedeutung erlangte, seitdem sich die Eisen- und Stahlindustrie technisch so sehr entwickelt hat. Der jetzige Betrieb der Puddel- und Schweissöfen auf den Eisenwalzwerken, der Stahlschmelzöfen, der Converters und Ofenanlagen in der Bessemerstahl-Fabrikation erfordert ein weit feuerbeständigeres Material, wie früher. Dasselbe soll während des Betriebes seine Form möglichst wenig verändern und darf unter keinen Umständen zusammenschwinden. Die meisten Chamottesteine, deren hoher Preis nebenbei auch ein Hinderniss, genügen diesen Anforderungen nicht. Die besseren englischen Chamottefabrikate, welche die Hitze der jetzigen Oefen allenfalls aushalten, sind zu theuer. Man ist daher dazu übergegangen, den Quarz, welcher in der Hitze nicht schwindet, sondern sich darin ausdehnt, in das Bereich der Fabrikation hineinzuziehen und daraus künstliche Steine herzustellen, die den Anforderungen der neueren Eisen- und Stahlindustrie Genüge leisten.

§ 691. An vielen Orten in Deutschland wird dieses Material in Form von Kieselknollen, Sand und Sandstein vorgefunden, ist jedoch im natürlichen Zustande meist von solcher Härte und zugleich so zäher Consistenz, dass seine Verarbeitung grosse Schwierigkeiten mit sich bringt. Obwohl aus den vergleichenden Versuchen zwischen reiner Kieselsäure und reiner Thonerde hervorgeht, dass letztere in Bezug auf Feuerfestigkeit über der Kieselerde steht, so ist dennoch der stets von Flussmitteln begleitete feuerfeste Thon in pyrometrischer Beziehung tiefer zu stellen, wie der chemischreine Quarz, an den sich manche natürlichen Quarze und Sandsteine hinsichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit, wie in Bezug auf ihr Verhalten in hohen Hitzegraden unmittelbar anschliessen. Keller führt als Beispiel die Analysen von zwei Kohlensandsteinen aus der Stolberger Gegend an, welche Dr. Bischof zugleich chemisch und pyrometrisch untersucht und mit chemischreinem Quarze auf gleiche Stufe (d. h. = 100) gestellt hat. Es enthielten:

	Stolberger Sandsteine 1.	Stolberger Sandsteine 2.	Rohe Dinasmasse (nach Dr. J. Percy)
Kieselsäure	98,57	97,25	97,52
Thonerde	0,85	2,00	1,37
Eisenoxyd	0,51	0,64	0,54
Kalkerde	0,05	0,07	0,28
Magnesia	0,00	0,00	undeutl. Spuren
			Kali 0,18
	99,98	99,96	99,89*)

§ 692. Die feuerbeständigen Quarzsteine würde man ohne irgend welchen Zusatz herstellen aus blossem Quarz. Dass dies möglich und somit das Problem wirklich praktisch gelöst ist, die chemische Zusammensetzung des Natursteins in künstlicher Form wiederzugeben, war an den Steinen zu sehen, welche die Fabrik zu Steinfurt 1873 in Wien ausgestellt hatte und welche nicht das geringste Bindemittel enthielten. Es treten indessen nach Keller der Verwendung solcher Steine in der Praxis so unzählige Hindernisse entgegen, dass an ihre allgemeine Einführung gar nicht zu denken ist. Die Fähigkeit, der Eisenschlacke in gewissem Grade zu widerstehen, das Anbacken der Kohle oder Coaks in den Feuerungen vertragen zu können und bei dem während des Betriebes häufig vorkommenden Temperaturwechsel Stand zu halten, ohne zu springen, werden Steine aus blossem Quarz niemals besitzen. Es erscheint unmöglich, ihnen denjenigen Grad von mechanischer Festigkeit zu geben, welcher

Ein zweites Beispiel bieten nach Keller die Chamottesteine aus rheinischen und hessischen Thonen im Vergleiche mit denen aus bestem belgischen Thon. Nimmt man zu den letzgenannten die sehr feuerbeständigen Thone bester Qualität, so kann nur die sorgfältigste Verarbeitung des Materials den Steinen nach dem Brennen den erforderlichen Grad von mechanischer Festigkeit verschaffen. Diese Tugend ist dagegen bei den Chamottesteinen aus rheinischen, z. B. den Bendorfer Thonen, welche an und für sich leichtflüssiger sind, durch die Natur des Rohmaterials gegeben. Wird bei diesen nur einigermassen nach der Regel verfahren, so genügt schon ein minder scharfes Brennen der Steine, um ihnen einen sehr bestechenden Grad von mechanischer Festigkeit zu geben; eine vortreffliche Eigenschaft, welche sie zu allen solchen Zwecken höchst tauglich macht, wo keine sehr grosse Widerstandsfähigkeit der Hitze gegenüber verlangt wird.

*) Die Analyse des Stolberger Sandsteins ist das Durchschnittsresultat aus acht mit grösster Sorgfalt angestellten quantitativen Bestimmungen. Ganz ähnlich ist also die chemische Zusammensetzung des Quarzgesteins, welches in Süd-Wales in England zur Herstellung der berühmten englischen Dinasbricks verwendet wird.

sie geeignet macht, allen Einflüssen der genannten Art zu widerstehen. Gewisse Zuschläge oder Bindemittel sind unbedingt erforderlich; wenn dieselben auch die Feuerbeständigkeit der Steine je nach ihren flussbildenden Eigenschaften herunterdrücken, so machen sie doch das Fabrikat nach manchen Richtungen hin widerstandsfähiger.

§ 693. Gewöhnlich verfertigt man die Quarzsteine aus einem Gemisch von feuerfestem Thon und Quarz, indem letzterer entweder aus Sand oder gemahlenem Sandstein etc. besteht und gewissermassen ein Magerungsmittel für den fetteren, in rohem Zustande verwendeten Thon in der Composition bildet, mithin die Stelle der Chamotte (gebrannten Thones) vertritt. Eine solche aus Thon und Quarz bestehende Composition lässt sich zwar ohne besondere Schwierigkeit weiter verarbeiten, da sie im Verhältniss des Thonzusatzes plastisch ist, allein bis jetzt ist es nicht gelungen, daraus Steine in sehr grossen Formaten herzustellen, wie sie z. B. für die Ausmauerung der Eisenhohöfen erforderlich sind. Wenn man auch die Composition in der verschiedensten Weise abändert und das Mischen und Durchkneten der Masse noch so sorgfältig ausführen lässt, stets kommen derartige grosse Steine aus Quarz-Thonmasse gerissen oder zerbrochen aus den Brennöfen. Der Grund dafür liegt zum Theil in der Verflüchtigung des in dem Quarze eingeschlossenen Wassers, zum grössten Theil aber in der Eigenschaft des Quarzes, sich in der Hitze auszudehnen, wodurch in der Masse während des Brennens eine dem Schwinden des Thones entgegenarbeitende Bewegung oder Spannung entsteht, welche die Risse verursacht. Wird der Quarzzusatz soweit vermehrt, wie es die für die Möglichkeit der weiteren Verarbeitung erforderliche Plasticität zulässt, so tritt das Reissen der Steine bei grösseren Formaten nicht ganz so schlimm auf, wie bei stärkerem Thonzusatze. In diesem Falle ist es jedoch unmöglich, die nöthige mechanische Festigkeit bei dem fertigen Stein zu erzielen. Man ist also in der Quarzsteinbranche ausschliesslich auf die Anfertigung von Steinen in kleineren Dimensionen (gewöhnliches Ziegelformat) beschränkt und wird dies so lange bleiben, bis die Wissenschaft auch in dieser Richtung neue Entdeckungen und weitere Fortschritte macht.

§ 694. Geht man etwas näher auf die Eigenthümlichkeiten der Fabrikation der Quarzsteine ein, so tritt manche Schwierigkeit entgegen. Am leichtesten und einfachsten ist es allerdings, wie es heute noch in den meisten belgischen und rheinischen Fabriken geschieht, einen feuerfesten Sand zu nehmen, aus welchem man, weil derselbe nicht gemahlen, sondern höchstens nur gesiebt zu werden braucht, sehr billige Steine machen kann. Da Sand jedoch, abgesehen von der nur selten vorkommenden Gleichmässigkeit in seiner chemischen Zusammensetzung, mager und daher wenig plastisch zu sein pflegt, so wird man, um daraus Steine von genügender mechanischer Festigkeit zu Stande zu bringen, genöthigt sein, einen reichlich bemessenen Thonzusatz zu nehmen, aber niemals dahin gelangen, Steine von hohem Werthe herzustellen. Das Verhältniss zwischen Thon und Kieselerde wird annähernd wie 1 : 2 genommen werden müssen und dann erhält man als Produkt ein ziemlich leicht schmelzbares Thonerdesilikat.

Will man dagegen Steine von vorzüglicher Güte und einem hohen Grade von Schwerschmelzbarkeit fabriciren, so wird man genöthigt sein, irgend ein compaktes Kieselconglomerat oder festen Kohlensandstein zu verwenden, unter welchen nach meiner Erfahrung die besten auch zugleich die härtesten sind. Die Zerkleinerung desselben ist dann eine mit vieler Mühe und grossen Kosten verbundene Operation. Es können dazu nur die kräftigsten und dauerhaftesten Maschinen gebraucht werden und auch diese nutzen sich verhältnissmässig rasch ab. Soll aber die Fabrikation zugleich mit einer gewissen quantitativen Leistung verbunden sein, so sind complicirte Mühleneinrichtungen erforderlich, deren Instandhaltung nach Keller bedeutende Summen kostet. Sehr erleichtert wird die Zerkleinerung durch vorheriges Ausglühen des Sandsteins und darauf folgendes Ablöschen desselben in Wasser, wodurch er mürbe und leicht zerreiblich wird, allein, abgesehen von den Kosten, welche hierdurch ebenfalls erwachsen, verliert der Stein dabei an Bindekraft im Vergleiche mit dem gemahlenen rohen Stein und ist man gezwungen, den Thonzusatz in der Mischung verhältnissmässig zu vergrössern, d. h. in demselben Masse die Feuerfestigkeit zu vermindern.

§ 695. Zur Herstellung eines wirklich vorzüglichen Quarzsteins ist das Mahlen des rohen Steins nicht zu umgehen. Man ist alsdann im Stande, den Thonzusatz bis zu der Grenze, welche die nöthige mechanische Festigkeit vorschreibt, zu verringern und wird, wenn man im Uebrigen nicht ungeschickt verfährt und keinen schlechten Thon verwendet, einen recht schwer schmelzbaren und für Schweiss- und Gussstahlöfen brauchbaren Stein erzielen.

Von nicht geringer Wichtigkeit ist die Korngrösse des in der Mischung verwendeten gemahlenen Quarzes. Es gilt das früher bei den Chamottesteinen Gesagte in verstärkterem Maasse von den Quarzsteinen. Es ist nicht gleichgültig, in welcher Korngrösse der Quarz genommen wird. Enthält der fertige Quarzstein eine hinreichende Menge grobes Korn und zwar bis etwa zu 7 mm Grösse, so ist er ungleich besser, d. h. feuerfester, wie ein Stein, der dasselbe Quantum Quarz in fein gemahlenem Zustande enthält. Ausserdem ist der Erstgenannte leichter im Stande, Temperaturwechsel zu ertragen.

Die Methode, welche bei der weiteren Verarbeitung der trockenen Composition angewendet wird, ist ziemlich übereinstimmend mit der Fabrikation von Chamottesteinen. Nur ist im Allgemeinen eine noch weit grössere Sorgfalt erforderlich. Es bezieht sich dies nicht allein auf ein gutes, inniges Durchkneten der Masse, sondern besonders auf das Austrocknen und die beim Brennen zu beobachtende Vorsicht. Quarzsteine haben stets eine grössere Tendenz zum Reissen und Springen wie Chamottesteine.

§ 696. Die höchste Leistung in der Quarzsteinbranche unseres feuerfesten Industriezweiges gipfelt in der Anfertigung der Steine von höchstem Quarzgehalt, der sogenannten Dinassteine. Namen und Vorbild für diese vortrefflichen und in Bezug auf Feuerbeständigkeit entschieden obenan stehenden Steine verdankt man den Engländern. Das Monopol ist denselben in Deutschland zwar schon seit einigen Jahren aus der Hand genommen, da sich jetzt mehrere deutsche Fabriken mit der Anfertigung dieser merkwürdigen Steine befassen, jedoch ist es nur Wenigen, denen ein Rohmaterial von gleicher Güte, wie den Engländern zu Gebote steht, gelungen, ein dem englischen ebenbürtiges Fabrikat herzustellen. Da man, abgesehen von dem Kalkzusatze, welcher das Charakteristische der englischen Fabrikationsmethode ist, vollständig berechtigt sein dürfte, jeden feuerfesten Stein von demselben hohen Quarzgehalte wie der englische (mit ca. 98% Quarzzusatz) „Dinasstein" zu nennen, gleichgültig, welches Bindemittel dabei angewendet wird, so hat Keller die Aufmerksamkeit auf zwei Sorten von deutschen Dinassteinen gerichtet.

Es ist ihm gelungen, aus dem Kohlensandstein der Stolberger Gegend, dessen Güte und Reinheit die oben mitgetheilten chemischen Analysen zeigen, Dinassteine auf ganz andere Weise, wie die Engländer, unter Anwendung von zwei von einander ganz verschiedenen Methoden herzustellen. Er fabricirte sowohl einen Dinasstein mit Kalkzusatz wie einen Dinasstein ohne Kalkzusatz, nach einem der Steinfurter Fabrik durchaus eigenthümlichen Verfahren. Beide Steine hatten einen Quarzgehalt von 98%. Die Masse des einen Steins, welcher dem englischen ähnlich sieht, ist glashart, die des anderen mehr compakt und zähe. Beide Steine wurden in gewöhnlichen Oefen gebrannt, jedoch selbstverständlich in ungewöhnlich hoher Temperatur. Ihr Werth in feuerfester Hinsicht war beiderseits ziemlich gleich, doch haben sich die Kalkdinas vorzüglich für Glas- und Stahlschmelzöfen nach Siemens geeignet, während der andere Stein für Puddel- und Schweissöfen vorgezogen wurde.

§ 697. Den vorstehenden Bemerkungen eines denkenden und erfahrenen Praktikers ist vor Allem zu entnehmen, dass die ganze Herstellung feuerfester Steine etc. zu einer Specialität geworden ist, welche nicht mehr so gut und bequem von den Eisenhütten versorgt werden kann, wie früher.

Es ist desshalb nutzlos, wie es Andere gethan, auf die Einrichtung der feuerfesten Ziegeleien als Bestandtheile von Eisenhütten-Anlagen einzugehen. Seitdem ganze Cokesofenbatterien und Hochofenschächte von der Specialindustrie geliefert werden, können nur besondere Umstände veranlassen, dass eine Hütte sich auch noch wie früher, mit der Herstellung feuerfester Artikel befasst. Die Tiegel sind wohl die einzigen feuerfesten Fabrikate, welche von Massen-Consumenten selbst hergestellt werden und auch da sind es nur noch die Hütten mit sehr grossem Bedarf, welche ihre Tiegel selbst darstellen.

Fünfter Abschnitt.

Von den Dampfkessel-Anlagen.

§ 698. Die Eisenindustrie arbeitet vorwiegend mit Dampfkraft; Wasserkraft tritt nur noch ganz untergeordnet auf. Aus diesem Grunde bildet die Herstellung des Dampfes, die Anlage und der Betrieb von Dampferzeugern, Dampfkesseln, ein wichtiges Kapitel unter den vielfachen Obliegenheiten des Eisenhütten-Ingenieurs. Ohne dass derselbe genöthigt wäre, seine Kessel unter allen Umständen selber zu bauen, muss er doch das Nähere in Betreff der Wahl des Kesselsystems feststellen und bei den mit Ofengasen und Abhitzen zu betreibenden Kesselbauten alle hierbei eigenthümlichen Umstände dem Kessel-Fabrikanten angeben.

Die Dampfkessel-Anlagen der Eisenhütten zerfallen in solche mit gewöhnlicher Feuerung und solche mit Benutzung von Ofengasen und Ab- oder Ueberhitzen. Während die Ersteren sich gar nicht von den für andere Zwecke erbauten und betriebenen Kessel-Anlagen unterscheiden, so müssen die Letzteren sich speciell den Processen anschliessen, deren Vorhandensein sie ihren Betrieb verdanken.

Da sie vielfach demselben Process, der sie indirekt betreibt, dienstbar sind, so müssen sie in jeder Hinsicht nach den Eigenthümlichkeiten und den Bedürfnissen des Processes sich richten. Für solche Kessel können die Betriebsbedingungen, welche häufig auch mit Beschränkung in der Wahl der Constructionen verbunden sind, sich nur aus reicher Erfahrung bei der Führung des bezüglichen Hüttenprocesses ergeben.

1. Kapitel.

Uebersicht der Kesselsysteme.

§ 699. Nachdem der von James Watt herrührende kofferförmige Kessel aufgegeben worden war, ging man allmälig zu walzenförmigen, d. h. cylindrischen Kesseln über, die in sehr verschiedener Disposition resp. Combination mit der Feuerungs-Anlage erbaut worden sind. Zunächst baute man einfach walzenförmige Kessel mit halbkugelförmigen oder gewölbten Böden. Daran schlossen sich die Siederohrkessel in verschiedener Ausstattung, alle mit äusserer Feuerung. Die Engländer zuerst legten in die Kessel selber einen gleichsinnigen Feuerzug und brachten sogar das Feuer im Vordertheil dieses Rohres an. Daraus entstanden die Flammrohrkessel mit einen und dann mit zwei Flammrohren.

Diesem ersten Schritte in der Entwicklung der Heizfläche folgten weitere und der Locomotivkessel war unter den neuen Constructionen wohl die Bedeutsamste. Während bei den älteren Kesseln der Wasserraum relativ sehr gross war, wurde das Verhältniss nunmehr ein anderes und es entstanden Kessel mit mässigem Wasserraum, wie der Galloway-Kessel, die Field-Kessel u. A. Der neuesten Zeit gehören die Kessel mit kleinstem Wasserraum an, welche besonders den Bedürfnissen der kleineren Industrie entgegenkommen, in besonderen Fällen aber auch in der Grossindustrie Verwendung zu finden vermögen. Dahin sind zu rechnen die Belleville- und Roots-Kessel, die Kessel von Büttner, Walther u. A., welche den verschiedensten industriellen Bedürfnissen angepasst worden sind.

Im Nachfolgenden sollen besonders praktische Verhältnisse, soweit dafür sichere Belege aus dem Hüttenbetrieb vorliegen, erörtert werden. Alles Andere ist den Specialwerken zu überlassen, unter denen die Arbeiten H. von Reiche's in erster Linie anzuführen sind (Anlage und Betrieb der Dampfkessel, 2. Auflage. Leipzig, Arthur Felix 1876).

Mit Ausnahme der auf den Tafeln 35, 36 und 37 dieses Bandes gegebenen Beispiele sind in diesem Abschnitte bildliche Darstellungen nicht berücksichtigt worden, wogegen in jedem Fall Fabriken namhaft gemacht werden, aus deren Ateliers bezügliche Constructionen hervorgegangen.

§ 700. Rücksichtlich der Feuerungs-Anlagen bei den Kesseln, mag hier noch bemerkt werden, dass ausser der direkten Feuerung mit den verschiedenartigsten Brennstoffen auch Gasfeuerung mit Generatoren versucht ist, abgesehen von der Anwendung von Gichtgasen und Ofenabhitzen.

Diese Generatorenheizung ist aber noch nicht zu positiven Resultaten gelangt, und einzelne namhafte Ingenieure bezweifeln sogar die Möglichkeit, Generatorheizung der direkten Heizung bei Dampfkesseln zu substituiren.

Auch Unterwindbetrieb, z. B. mit Dampfstrahlgebläsen ist viel in Anwendung gekommen, um dicht liegende Brennstoffe zu verbrennen.

Die verschiedenen Rostconstruktionen, auf deren Eigenthümlichkeiten und Vorzüge oft so grosser Werth gelegt wird, kommen nicht zur Sprache, da ihre Discussion ebenso wie die anderer Kesselspecialia Sache der Fachliteratur ist.*)

2. Kapitel.

Die einzelnen Kessel und ihre Unterschiede.

§ 701. Die nachstehenden Betrachtungen umfassen:

A. Die einfach cylindrischen Kessel.
B. Die Flammrohrkessel.
C. Die Siederkessel.
D. Die stehenden Kessel.
E. Die Röhrenkessel.
F. Die Gliederkessel.
G. Die sonstigen Kessel-Combinationen.

A. Der einfache cylindrische Kessel.

§ 702. Wenn man auch die einfachen cylindrischen Kessel gewöhnlich nur bei kleinem continuirlichen Betrieb anwendet, so treten auch beim Grossbetrieb Verhältnisse auf, welche zur Wahl eines einfachen Walzenkessels veranlassen können. Die Benutzung der Abhitze bei Cokesöfen, wie sie in den Fig. 54—57, § 574 besprochen wurde, involvirt die Anordnung eines sehr langen walzenförmigen Kessels, ebenso die Anwendung anderer Ofengase.

Die denkbar grösste Einfachheit, eine grosse Betriebssicherheit, die billige Anlage des Walzenkessels und die grösste Bequemlichkeit beim Reinigen sind ausserdem so grosse Vorzüge, dass auch in anderen Fällen der Walzenkessel zu empfehlen ist. Der einzige recht in das Auge fallende Mangel dieses Kesselsystems ist das Erforderniss eines grossen Raumes, wesshalb der Terrainwerth hier in Rechnung zu ziehen ist.

Ein anderer Grund, wesshalb man dem ursprünglichen Walzenkessel nicht mehr die frühere Geneigtheit entgegenbringt, ist die grosse Mauerheizfläche des Systems. Von jedem Feuercanal, welcher an dem Kessel entlang führt, bildet die Kesselaussenfläche nur eine Seite, während die anderen von Mauerwerk dargestellt werden. Dadurch ergibt sich ein ungünstiges Verhältniss zwischen der durch den Kessel absorbirten und der nach Aussen verlorenen Wärme.

Dafür sind aber die Walzenkessel wie alle grossen Kessel-Anlagen geeignet, mit Brennstoffen betrieben zu werden, welche Flugaschen, Russ etc. geben und desshalb leicht Ansätze bilden, die bei allen complicirten Constructionen Störungen hervorrufen. Dadurch kann die Befeuerung der Walzenkessel mit der mindesten Rücksicht auf Beschaffenheit des Brennstoffes geschehen und auf billigste Art wofern nur die Flammbarkeit des Brennstoffes hinlänglich ist, um den meist nur einfach geführten Heizcanal genügend zu füllen.

§ 703. Nach von Reiche darf ein solcher Kessel die Länge von 33 m wohl nicht übersteigen, allerdings eine bedenkliche Dimension wegen der Möglichkeit der Krümmung des Kessels durch die vorhandene einseitige Erhitzung. Die in den Fig. 54—57 angedeuteten Kessel sind 18,3 m lang und an bogenartigen Jochen von Gusseisen mit Bolzen aufgehängt.

Die früher auf den Cokesofenbatterien von Königshütte aufgestellt gewesenen Walzenkessel, hatten andere Dimensionen, ebenso waren die von Valérius s. Z. beschriebenen Kessel von Seraing und Couillet beträchtlich kürzer als die Hälfte von 33 m.

Auf der Georgs Marienhütte betriebene 15,692 m lange Walzenkessel sind so angeordnet, dass zwei Kessel im Wasser und Dampfraum mit einander verbunden sind, in der Art, dass sowohl die hinten aus dem Mauerwerk ragenden Kesselstulpen verbunden sind als auch durch einen Dampfsammler die Dampfräume in Verbindung stehen.

*) Der in einem anderen Werk über „Eisenhütten-Anlagen" gemachte Versuch auf einigen vierzig Oktavseiten, alles Detail neben der Theorie flüchtig und unvollständig, z. Th. auch unverstanden zur Sprache zu bringen, ist als unglücklich zu bezeichnen und verdient keine Nachahmung.

Die Einmauerung dieser Kessel wird im II. Band, wo die Verbrennung der Hochofengase näher erläutert wird, beschrieben und illustrirt werden.

§ 704. Für die Kenntniss der Walzenkessel sind noch die Ausführungen von Radinger (Bericht über Philadelphia S. 38 u. ff.) von Interesse, denn es geht aus denselben hervor, dass wo Platz zur Verfügung ist, die Walzenkessel einer grossen Beliebtheit sich erfreuen. Besonders scheinen gekuppelte Systeme bis zu sechs Stück vorzukommen, über deren Dimensionen und Leistungen einzelne Fabriken (Frick & Co., Waynesbro'-Pa) geordnete Angaben machen.

Die nicht mehr gebauten Henschel'schen Kessel sind diesen gekuppelten amerikanischen Walzenkesseln wohl am Nächsten stehend. Ueber ihre Anordnung belehrt die von Funk und Wintzer 1872 herausgegebene Beschreibung der Georgs Marienhütte (S. 36 des Separatabdruckes und Tafel 513). Eine Skizze der Anlage erfolgt im II. Band gelegentlich der oben angedeuteten Veranlassung. Als Dampferzeuger haben sie nicht die frühere Bedeutung mehr.

B. Die Flammrohrkessel.

§ 705. Um den Walzenkessel leistungsfähiger zu machen, haben die Engländer zuerst den Versuch gemacht, das Feuer in ein durch den Kessel geführtes Rohr zu legen und dadurch die Kesselheizfläche einerseits bedeutend zu vergrössern, wie auch namentlich die strahlende Wärme der Feuerungs-Anlage besser zu verwerthen.

Die ersten Kessel dieser Art, die Cornwall-Kessel hatten ein Feuerrohr, während man in neuerer Zeit vielfach vorgezogen hat, zwei Feuerrohre anzuordnen. Kessel mit einer sehr viel grösseren Anzahl von Feuerrohren nennt man Röhrenkessel und werden dieselben als besondere Gruppe unterschieden.

Das Feuer zieht in den Flammrohren zuerst von vorn nach hinten, dann an beiden Seiten wieder nach vorn und unter dem Kessel zurück. Eine etwas andere Anordnung ist die, dass das Feuer, nachdem es in den Feuerrohren nach hinten gezogen ist, an einer Aussenseite nach vorn zurückkehrt, um an der anderen Aussenseite wieder nach hinten zu gelangen. Im letzteren Fall ruht der Kessel auf einer schmalen Zunge, welche die beiden Canalzweige trennt.

Der Rost befindet sich theils im Kessel, theils vor demselben; im ersteren Fall ist der vordere Theil des Feuerrohrs ausreichend weit und cylindrisch bis an das Ende des Rostes zu machen, um dann mittelst cylindrischen Ueberganges in diejenige engere Feuerrohrdimension überzugehen, welche das Ausklopfen des Kessels nöthig macht.

Der Einflammrohrkessel.

§ 706. Der Einflammrohr- oder eigentliche ursprüngliche Cornwall-Kessel ist eine der verbreitetsten Kesselformen gewesen und nur einzelne Unbequemlichkeiten in der Herstellung und Unterhaltung haben ihn nach und nach von den Zweiflammrohrkesseln verdrängen lassen. Grosser Dampfraum, relativ kleiner Wasserraum, schlechte Reinigung, die Nothwendigkeit, Mantel und Böden sehr stark zu machen, sind hervorstehende Charaktere der Einflammrohrkessel, welche nach von Reiche nur zwischen 1,4 m und 2,2 m dtr. und der fünffachen Länge zu empfehlen sind.

Fehland gibt in seinem Ingenieur-Kalender 1882 an, dass die Einflammrohrkessel für 6—25 Pferdestärken gut seien, obwohl sie auch grösser noch ausgeführt würden. Im letzteren Fall seien Zweiflammrohrkessel vorzuziehen.

Modificationen des Flammrohrkessels.

§ 707. Der Einflammrohrkessel hat im Laufe der Zeit auch Abänderungen erfahren, z. B. die Combination mit einem Oberkessel durch Fairbairn bei gleichzeitiger Verminderung des Aussenkessel-Durchmessers und centrischer Anordnung des Feuerrohres im Unterkessel.

Fairbairn gab (von Reiche a. a. O. S. 167) um geringere Blechstärken zu erhalten, dem Kesselmantel einen möglichst kleinen Durchmesser und dem Feuerrohr eine centrische Lage darin. Daraus ergab sich das Bedürfniss eines Oberkessels um einen Dampf- und Speiseraum zu schaffen, ferner eine Einrichtung, um das Flammrohr herauszuziehen, weil sonst eine Reinigung des Kessels unmöglich ist.

Einen derartigen Kessel hatte die Grazer Waggon-, Maschinenbau- und Stahlwerks-Gesellschaft 1873 in Wien ausgestellt, welcher aus einem 0,63 m weiten Feuerrohr in einem 1,18 m weiten Aussenkessel von 6,8 m bestand. Darüber lag ein Oberkessel von 0,95 m Weite. Der Unterkessel hatte eine leichte Neigung nach dem Roste zu, um Cirkulation, Ausblasen und Entleeren des Kessels zu begünstigen, sowie dem Ansetzen eines Dampfpelzes zu begegnen. Das Flammrohr war ausziehbar und die Verschraubungsstellen in kräftigster Weise construirt (Radinger, Wiener Bericht. S. 62).

§ 708. Um den Flammrohrkesseln eine grössere Leistung zu verschaffen hat Galloway in Manchester in die Flammröhren (gleichgültig ob eines oder zwei vorhanden) conische Rohrstutzen eingesetzt, welche den Wasserraum wie auch die Heizfläche vergrössern und gleichzeitig ein vortreffliches Mittel zur Absteifung der Flammrohre bilden. Die Stutzen stehen theils vertical, theils sind sie nach rechts und nach links geneigt, sodass der Feuergasstrom beim Passiren der Flammrohre zu manchen Beugungen gezwungen wird.

In Wien hatten Galloway & Sons zwei Kessel ausgestellt (in Paris 1867 drei), über die Radinger (Bericht S. 9) ausführlich berichtet. Damals sollten fast 3500 derartige Kessel in England im Betrieb sich befunden haben.

Die 7, 3 m langen, 2,13 m weiten Aussenkessel enthielten vorn zwei Feuerrohre von 0,86 m Durchmesser und 2,13 m Länge, in denen je drei Roste à 0,61 m Länge lagen.

Hinter den Feuerbrücken gingen die beiden Kreisrohre in ein elliptisches Feuerrohr über, das 1,72 m Horizontal-, 0,91 m Verticalaxe besass. Dieses Rohr enthielt 24 der conischen (Galloway-tubes) nebst 6 Seitentaschen (voll auf Fug in der Krümmung stehende Halbsäulen). Die Letzteren steigern die Festigkeit und verhüten das Hinziehen eines geschlossenen Feuerstromes längs der Wand. Sie fördern das Anprallen der Heizgase an den Blechflächen und erleichtern die Wärmeabgabe. Die tubes sind geschweisst und conisch gewalzt, die Seitentaschen dagegen aus je einer Blechtafel getrieben und nach der elliptischen Durchdringungslinie eingenietet.

Die Feuergase ziehen von den Rohren seitwärts nach vorn, dann unter den Kesselbauch zum rückwärts stehenden Kamin.

Aehnliche Kessel, nur mit zwei durchgehenden Feuerrohren, die eine geringere Anzahl (zusammen 16) Galloway-tubes enthielten, hatte Daniel Adamson, Hyde Junction bei Manchester, in Wien ausgestellt, welche Radinger (S. 11) ebenfalls berücksichtigt.

In Düsseldorf war 1880 ein Galloway-Kessel mit zwei Flammrohren von Th. Möller in Brackwede ausgestellt, während E. Berninghaus zu Duisburg eine Combination eines Galloway-Kessels mit einem Röhrenkessel vorgeführt hatte.

§ 709. Als Modificationen des Einflammrohrkessels sind nur die von Schulz, Knaudt & Co. ausgeführten Constructionen mit nach Fox' Patent gewellten Feuerrohren anzusehen. In dem von Reiche'schen Bericht über die Versuche an Kesseln und Maschinen der Düsseldorfer Ausstellung ist auf Taf. XV, Fig. 4—7 ein solcher Einflammrohrkessel dargestellt.

Die Vorzüge dieser Construction, nämlich vergrösserte und verbesserte Heizfläche, verbunden mit grösserer Steifigkeit des Ganzen, werden stets verbunden sein mit der technischen Schwierigkeit der Herstellung, weshalb auch das genannte Essen'er Haus, welches besondere und kostspielige Anlagen zur Fabrikation der geschweissten Wellrohre erbaut hat, vorläufig rechtlich wie thatsächlich allein im Stande ist, derartige Wellrohre und Kessel zu liefern.

Ein Vortheil der Wellrohre ist noch die Wirkung derselben gegenüber den Kesselsteinbildungen, welche sich auf der sehr beweglichen Unterlage nicht so leicht absetzen können.

Ausser einem wirklichen Einflammrohrkessel hatte die Firma 1880 in Düsseldorf noch einen zweiten Kessel ausgestellt, der neben dem gewellten Hauptrohr von 1,3 m dtr. (Wellenmittel) noch zwei Gruppen von Feuerrohren im Bereich des Wasserraums und zwei ca. 0,5 m weiten Rauchrohren im Dampfraum zeigte. Das Feuer zieht vom Rost aus durch das Wellrohr nach hinten, durch die zwei Gruppen engeren Röhren nach vorn und durch die beiden oberen Rauchrohre wieder nach hinten (cf. von Reiche, Düsseldorfer Bericht Taf. XV. Fig. 8—10).

Der einfache Einflammrohrkessel mit Fox'schem Wellrohr hatte pro Kilo Kohle 8,175 Kilos, pro Quadratmeter Heizfläche und Stunde aber 28,175 Kilos Wasser verdampft, während der mit einem Röhrensystem combinirte zweite Kessel bezw. 10,507 und 17,546 Kilos Wasser in Dampf übergeführt hatte; ein drittes Exemplar ergab 10,854 und 18,804 Kilos d. h. das höchste Resultat der ganzen Versuchsreihe, während in Bezug auf Anstrengung wiederum der einfache Flammrohrkessel den höchsten Werth zeigte.

Daraus ergibt sich trotz der sauersüssen Beurtheilung des citirten Berichts ein sehr günstiger Augenschein für die Anwendung der Fox'schen Feuerrohre.

Der gewöhnliche Zweiflammrohrkessel.

§ 710. Der Zweiflammrohrkessel ist dem Einflammrohrkessel stets vorzuziehen, da die Flammrohrheizfläche bei gleichen Zugquerschnitten vergrössert ist, das Blech der Heizrohre etwas schwächer genommen werden kann oder weniger Verstärkung bedarf und endlich die Kesselreinigung besser auszuführen ist als bei dem Einflammrohrkessel.

Nach von Reiche sind schon von 1,77 m dtr. an die Kessel mit zwei Flammrohren zu versehen und geht der dtr. bis 2,89 m bei 3,5facher Länge.

Wegen dieser grösseren Dimensionen sind die Zweiflammrohrkessel für Hüttenwerke sehr brauchbare Apparate und können sowohl mit Hochofengasen als auch mit direkter Feuerung betrieben werden.

Bezüglich der Blechstärken kann man auch diesen Kesseln den Vorwurf machen, dass man konstruktiv genöthigt ist, schlechter leitende d. h. dicke Heizwände zu bauen. Man hat desswegen verschiedene Abänderungen eingeführt, deren hauptsächlichste hier angeführt werden. Es muss zunächst auf den Taf. XXXV dargestellten Kessel aufmerksam gemacht werden, der für Hochofengasheizung ausgeführt worden ist und einen Begriff solcher Zweiflammrohrkessel für Hochofen-Anlagen gibt.

Die Dimensionen desselben gehen aus der Zeichnung hervor: zwei Feuerrohre von 0,87 m liegen neben einander 0,07 m nach unten excentrisch in einem Kessel von 2,360 m Weite und 10 m Länge. Das Feuer geht durch die Rohre nach hinten, unter dem Kessel zurück und über dem Kessel wieder nach hinten hin, um beiderseits durch lange und schmale Abzüge in den Sammelcanal der Anlage herabzuziehen. Die Leistung eines Kessels wird nahezu 50 Pferdestärken betragen und die Batterie von drei Kesseln einem Hochofengebläse von 100—120 Pf. entsprechen.

§ 711. Funk & Wintzer (a. a. O. S. 38) erwähnen der auf George Marienhütte im Betrieb befindlichen Kessel mit zwei Flammrohren bei denen aber die Feuerführung etwas anders ist und den Dampfraum nicht nochmals bestreicht.

Ein vorzüglicher Zweiflammrohrkessel ist der von Radinger (Wiener Bericht S. 29) beschriebene Kessel, den Gebr. Sulzer in Winterthur zur Bewegung der schweizerischen Maschinen in Wien ausgestellt hatten.

Es war ein Kessel mit 0,72 m weiten Flammrohren in einem 1,92 m weiten Aussenmantel von 6,15 m Länge, der auf drei breitbasigen Füssen, unabhängig vom Mauerwerk aufgestellt war. Das Letztere schloss sich mit einem Vorsprung 10 cm über den Rohren, dem Kessel an und theilte den äussern Heizraum in zwei Theile, in dessen oberem, zwei Druck-Vorwärmerohre eingehängt waren, während die Speisewasserleitung in sechs Doppelschlangen den Rauchcanal durchzog und ebenfalls als Vorwärmer diente.

Die schon genannte amerikanische Fabrik von Frick & Co. in Waynesbro' liefert 20—35 Pferd starke Kessel mit zwei Röhren (von 0,23—0,46 m) deren Eigenthümlichkeiten Radinger in seinem Philadelphia'er Bericht S. 55 bespricht und kritisirt.

Der Hauptunterschied gegen die eben besprochenen Kesselsysteme besteht in der Unterfeuerung und der Rückkehr der Gase durch die Feuerrohre. Aus dieser Eigenthümlichkeit entspringt vielleicht die gegen europäische Construktion gleicher Art erheblich schwächere Bauart der Rohre. Häufig sind mit den Rohrkesseln Feuerkisten verbunden.

Im Allgemeinen wendet man in Amerika nach Radinger die Rohrkessel für bituminöse Kohle oder für schlechteres Brennmaterial an.

Der von Radinger im selben Bericht S. 56 und 57 besprochene Kessel der Colt's fire arms Co. zu Hartford mit zusammen sieben Feuerrohren ist ein Uebergang zu den Röhrenkesseln, die in Amerika bekanntlich sehr verbreitet sind.

C. Die Siederkessel.

§ 712. Siederkessel sind kurze Walzenkessel, an denen besondere, den Wasserraum vergrössernde gewöhnlich schlankere Walzenkessel durch einen oder mehrere Stutzen angeschlossen sind. Diese angehängten Theile, die Siederröhren oder Sieder werden theils parallel, theils zum Hauptkesselrohr geneigt angeordnet.

Oftmals gibt man ihnen eine solche Neigung und ordnet dabei den Eintritt des Speisewassers, die Rostlage und die Führung der Züge so an, dass das Wasser dem Feuer entgegenläuft und eine mehr oder minder vollkommene Gegenstromwirkung möglich ist. Solche Kessel findet man als Gegenstromkessel bezeichnet.

Die Zahl der Sieder ist verschieden; kleinere Kessel erhalten ein Siederohr, während grössere Anlagen deren zwei haben. Die Siederkessel sind frühzeitig benutzt worden, um die Abhitze der Flammöfen des Eisenhüttenprocesses zu verwerthen. Im III. Band namentlich sollen Skizzen älterer und neuerer Constructionen der Art, welche in unmittelbarer Verbindung mit Flammöfen fungiren, mitgetheilt werden.

Auch für Hochofengase hat man sie verwerthet und die mehrfach angezogene Funk & Wintzer'sche Arbeit bespricht S. 37 der Separatausgabe, diese Siederkessel.

Dieselben haben zwei Sieder, welche aber nicht das erste Feuer erhalten, sondern den vom Bespülen des Hauptkessels nach vorn und dann wieder nach hinten ziehenden Strom.

§ 713. Die Siederkessel mit einem Rohr werden für Leistungen von 25—30 Pferdestärken angewandt und nicht über 10 m lang gemacht; dieselben Kessel mit zwei Rohren lassen Leistungen von 25—40 Pferdestärken zu.

Im ersteren Fall ist der Siededurchmesser 66/$_{00}$, im letzten immer 50—55/$_{00}$ des Hauptkesseldurchmessers.

Radinger beschreibt in seinem Wiener Bericht S. 53 und ff. sehr ausführlich einen von G. Sigl in Wien ausgestellten Siederkessel mit Gegenstrom und bemerkt dabei, dass hohe Sicherheit und leichte Reinigung seine Hauptvortheile seien. Der Kessel liefere trocknen Dampf und halte in Folge des grossen Inhaltes Druck und Wasserhöhe fast vollkommen constant.

Im Interesse der Conservirung ist aber die Verwendung reinen Speisewassers und angemessene richtige Neigung der Sieder zu verlangen.

In dem amerikanischen Bericht von Radinger wird ein speciell für die Verwendung von Hochofengasen vorgesehener Kessel von Weimer & Birkinbine beschrieben, der zwar als Doppelkessel bezeichnet ist, aber mit den Siederkesseln viel Aehnlichkeit hat, da die beiden Kessel sich in ihrem Durchmesser so verhalten, wie ein Kessel zu einem etwas starken Sieder. Der Oberkessel 14,5 m lang und 1,06 m weit, ist durch sieben Stützen mit einem Sieder von 10,67 m Länge und 0,813 m Weite verbunden. Es hängen drei solche Systeme neben einander und sind nach oben durch unmittelbar auf die Kessel aufgelegte Gewölbe abgeschlossen. Riesige Gusseisenbogen tragen die drei Systeme und eine gemeinschaftliche Hochofengasheizung mit Hülfsfeuerung und reicher Luftzuleitung bedient jede Gruppe. Im II. Band folgt eine Skizze der Anlage.

Auf der Düsseldorfer Ausstellung war eine eigenthümliche Siederkessel-Construktion (Patent Heine) durch Piedboeuf in Aachen ausgestellt, dessen Hauptsieder von 50 Siederröhren von c. 90 mm äusserm Durchmesser umgeben ist, die hinten und vorn in Wassersäcke münden.

Dieser Kessel geht schon in die aus Siederbündeln zusammengesetzten von Radinger treffend „Gelenkkessel“ genannten Apparate über.

Andere Combinationen von Siedern mit Röhrenkesseln werden bei letzteren erwähnt.

D. Aufrechtstehende Kessel.

§ 714. In den Eisenhütten ist man wohl zunächst und aus Platzrücksichten dazu gelangt, bei Kesselneubauten die Frage zu studiren, ob sich nicht Walzenkessel, wie auch Flammrohrkessel aufrecht stellen liessen.

Die Frage ist gelöst, insofern eine Menge Constructionen stehender Kessel im Betrieb sind, allerdings vorwiegend an das Vorhandensein von Puddel- und Schweissöfen gebunden, wenn man nicht auch stehende Röhren- und andere complicirte Kessel hierher rechnen will, welche sich immer in bescheidenen Grenzen halten und für verschiedene Industriezweige entworfen und ausgeführt worden sind.

Man hat diese Kessel vielfach hinsichtlich ihres Güteverhältnisses getadelt, ohne durch rationellere Anordnung der Heizcanäle eine Steigerung der Leistung zu versuchen. Einzelne Constructeure haben sich wohl damit abgegeben; z. B. Asthöwer hatte Zeichnung und Modell eines nach unten conisch verjüngten Kessels 1873 in Wien ausgestellt. Bei dieser Form war jedenfalls ein etwas stärkerer Anprall des Feuers an der überhängenden äussern Kesselwand beabsichtigt.

Der auf Taf. XXXVI wiedergegebene Kessel, Gruners métallurgie générale entnommen, zeigt eine allgemein übliche Disposition solcher Anlagen und bedarf keiner Erläuterung. Im Band III werden noch einige Skizzen ähnlicher Anlagen mitgetheilt werden.

§ 715. Die stehenden Röhrenkessel, in erster Linie die Corlisskessel, dann die Nestkessel, sind bei Radinger (Bericht über Philadelphia S. 94 u. ff.) ausführlich geschildert.

Einen stehenden Kessel mit eingelegten Querröhren haben Daelen & Stuckenholtz construirt und beschrieben; derselbe soll auf dem Eisenwerk des Letzteren gute Resultate gegeben haben (cf. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1875. S. 647).

Von grossem Interesse ist der von E. Tomson 1880 construirte verticale Röhrenkessel mit Gasfeuerung, der in der October-Sitzung desselben Jahres des Aachener Bezirksvereins Gegenstand eines ausführlichen Vortrags war und sich auch für Abhitzen von Oefen verwerthen lässt.

Eine cylindrische Feuerkammer, dünnwandig aus feuerfestem Material construirt, empfängt von unten die mit vorgeheizter Luft gemischten und entzündeten Generatorgase oder die Abhitzgase eines beliebigen Ofens.

Diese Gase treten oben durch radiale Schlitze in eine den Feuerschacht concentrisch umgebende Kammer, in welcher vier weitere und $4 \times 23 = 92$ engere Siederöhren vertical stehen, welche einen unmittelbar auf dem Generatorgewölbe aufgestellten ringförmigen Wassersack mit dem über dem Feuerschacht befindlichen cylindrischen Oberkessel und Dampfraum verbinden.

Am Oberrand des untersten Wassersackes treten die herabgezogenen Gase wieder in eine zweite concentrische Feuerkammer und umspülen nach oben gelangt den ganzen Oberkessel, der zum überwiegenden Theil Dampfraum ist. Aus dem Kessel treten die Gase unter einen kugelförmigen Hut und

von da in einen kurzen Kamin. Das Dampfrohr taucht vollständig centrisch in eine ebenfalls centrische cylindrische Mittelkammer des Oberkessels, welche innerhalb des Wasserraums durch zwei grössere Oeffnungen, innerhalb des Dampfraums durch 20 kleinere mit dem übrigen Oberkessel communicirt. Das Rohr führt dann in der äusseren Heizkammer abwärts bis etwa zum Fuss des Oberkessels und tritt dann durch die Umwandung heraus. Ein Wasserstandszeiger verbindet Oberkessel und Wassersack. Versuche mit diesem Kessel haben im Allgemeinen die Richtigkeit der Erwartungen ergeben.

Modificationen für direkte Feuerung mit Halbfett- und Gaskohlen, wie für antracitische und magere Kohlen hat Tomson ebenfalls bearbeitet. Ueberhaupt ist das Projekt einer der sehr seltenen Kesselentwürfe, wo mit vollkommner Klarheit und einer bei den Maschinen- und Kessel-Ingenieuren sonst schwer zu findenden genauen Kenntniss der Verbrennungserscheinungen alle Verhältnisse discutirt und festgestellt worden sind.

Namentlich den Eisenhüttenleuten würde das Studium dieses Systems für die Abhitzverwendung von Interesse sein.

E. Röhrenkessel.

§ 716. Leitet man die Feuergase mittelst einer grösseren Anzahl enger Röhren durch den Wasserraum eines Kessels, so entsteht eine sehr intensive Ausnutzung der Feuerung und ein energischer Betrieb. Derartige Kessel sind die Locomotivkessel, viele Schiffskessel, die Kessel der Locomobilen und anderer compendiöser Maschinen. Der Eisenhüttenbetrieb benutzt diese Kessel nur ausnahmsweise (abgesehen von dem Locomotivdienst der eigenen Bahn-Anlagen) und nur meist zu Arbeiten die mit locomobilen Maschinen verrichtet werden.

Die Cokesausdrück-Maschinen Taf. XII, XIII, XIV zeigen eine derartige Kesselconstruktion (S. 272) mit hinlänglicher Deutlichkeit.

Alle Locomobilen wie sie namentlich in dem Radinger'schen Bericht über Philadelphia auftreten, gehören hierher, interessiren aber den Eisenhüttenmann nur wenig, da dieser Artikel zu den currentesten der Maschinen-Fabrikation gehört und auf diesem Gebiet die reichste Auswahl wie die stärkste Concurrenz herrscht.

Nur Grosskessel oder auch sehr kräftige Kleinkessel stabiler Art und Combinationen von Röhren- mit Siedersystemen sind in einigen Hauptrepräsentanten aus der Praxis zu erwähnen. Dabei darf nicht vergessen werden, dass durchaus nicht für alle Wasser- und Brennstoffqualitäten derartige innen schwieriger rein zu haltende Kessel zu verwenden sind, wesshalb man nicht ohne Noth nach denselben greift, wenn andere Systeme sich anbringen lassen.

Mangel an Gasen zum Betrieb mancher Hütten-Anlagen sowie Platzmangel veranlassen die Wahl derartiger Kesselsysteme noch am Ehesten, ebenso nachträgliche Einbauten oder Verstärckung vorhandener Anlagen, wo dann Platzmangel entsteht. Rücksichten auf einen etwas geringeren Kohlenverbrauch werden bei Eisenhüttenwerken, die der Regel nach in Kohlen-Revieren oder deren Nähe liegen, nicht in erster Linie massgebend werden.

§ 717. Einen sehr einfachen Röhrenkessel beschreibt Radinger auf S. 5 seines Wiener Berichtes. Der Apparat (von Pilkin Brothers & Co. in Hartford-Conn.) versorgte die Maschinen der amerikanischen Abtheilung und war ein cylindrischer Kessel von 7,25 m Länge und 1,8 m Durchmesser, den 49 Feuerrohre durchzogen. Der Rost lag unter dem Kessel, heizte zunächst die Unterfläche, um dann die Gase durch die Feuerrohre zurückgehen zu lassen.

Bei nicht intensiver Ausnutzung der Heizfläche gab der Kessel trocknen Dampf, während ein energischer Betrieb (Unterwind etc.) nässeren Dampf liefern würde.

Andere amerikanische Röhrenkessel führt Radinger an in seinem bezüglichen Bericht über Philadelphia S. 63 u. ff. unter denen nur der S. 88 u. ff. besprochne ausschliesslich für Hochofengasheizung bestimmte Weimer'sche Kessel ein näheres Eingehen rechtfertigt.

Derselbe besteht aus einem liegenden wassergefüllten Röhrenkessel, der durch vier Stützen mit einem oberen Langkessel verbunden ist, in dessen halber Höhe der Wasserspiegel liegt.

Es sind stets vier oder mehr derartiger Kessel mittelst ihrer Absperrventile um einen quer über der Anlage liegenden Dampfsammler gekuppelt, während sie unten mit einem gemeinschaftlichen Speisekessel, der ausserhalb der Heizanlage liegt, in Verbindung stehen.

Die in einer vor den Kesseln tiefliegenden Verbrennungskammer entzündeten Gase gehen durch Gewölbschlitze nach oben und treffen die vordere Rohrkesselwand um die Röhren zu durchströmen und, ohne mit den übrigen Wänden des Kessels in Berührung zu kommen, nach der Rauchkammer zurückzugehen.

Ein solcher Kessel, dessen Zeichnung Radinger gibt, hat in einem Cylinder von 1,22 m, 100 Rohre in zwei Gruppen zu sechs Verticalreihen von bezw. 9, 8,8, 10,9, 6 Rohren, die in ziemlich gleichem Abstand vom Oberrand des Kessels beginnen und längs der tiefsten Linie hinreichend freien Raum lassen um den Kessel zu reinigen.

§ 718. Einen interessanten Röhrenkessel mit Siedern stellt Taf. XXXVII dar; derselbe fungirt auf einem deutschen Hochofenwerk und wird mit Cokesofen- und Hochofengasen vereint betrieben.

Bei der Anlage desselben war die Frage äusserster Anstrengung und Anspannung massgebend, da nur ein knapp genügender Theil der vorhandenen Gase den Kessel-Anlagen zugeführt werden konnte und desshalb eine möglichst gute Ausnutzung finden musste. Ausserdem waren noch lokale Gründe vorhanden, welche die Anlage compendiöser Ausnutzungen vortheilhaft erscheinen liessen.

Einen ähnlichen Zusammenbau des Röhren- und Siedersystems beschreibt Radinger in dem 1873 zu Wien ausgestellten Kessel von Parent-Schaken, Houet & Caillet (Cie de Fives-Lille). Diese Construktion aus einem Hauptkessel von 1,48 m dtr. und 5,62 m Länge und zwei untenliegenden Siedern von 0,7 m dtr. und gleicher Länge bestehend, hing frei über der Feuerung, so dass die beiden Sieder wie auch die Kesselunterfläche der Strahlung und dem ersten Zug des Feuers ausgesetzt waren. Die nach rückwärts ziehenden Gase kehrten durch die Rohre nach vorn zurück, traten rechts und links in je einen neben dem Rost und von diesem durch ein nicht ganz ein Stein dickes Mauerwerk getrennt hinabführenden Canal, vereinigten sich unten, um nach der Esse zu gelangen.

Diese vielleicht in der lokalen Beschränkung der Ausstellung begründete Einmauerung wird von Radinger (a. a. O. S. 21) bemängelt, ebenso einige Verhältnisse des Rostes und der Feuerröhren.

§ 719. Ein anderer Kessel, der zu den combinirten Röhrenkesseln zu rechnen ist, war der ebenfalls von Radinger beschriebene Dingler'sche Hochdruckkessel (a. a. O. S. 42).

Der Unterkessel war ein Röhrenkessel mit innerer Feuerung; Feuerbüchse und Röhren ausziehbar eingerichtet. Mit diesem Unterkessel stand ein geräumiger Oberkessel durch weite Blechstutzen in Verbindung.

Das Feuer, nachdem es durch die Rohre gezogen war, umspülte nach vorn kehrend fast den ganzen Unterkessel, wendete sich wieder rückwärts, den Zwischenraum beider einander zugewendeten Kesselflächen durchströmend und kehrte abermals zurück, die Seiten und die obere Fläche des Oberkessels umspülend. Von da nach dem Kamin wirkten die abziehenden Gase noch auf einen (ausschaltbaren) Vorwärmer.

Die ausgezeichneten Leistungen dieses Kessels, der nie unterbrochene Betrieb während der ganzen Ausstellung, sowie der gute Zustand des ganzen Apparates am Schluss der Campagne lassen ihn als eine musterhafte Construktion erscheinen.

Eine andere Combination eines Röhrenkessels und eines Oberkessels hatten Bolzano, Tedesco & Co. in Wien ausgestellt. Radinger gibt S. 57 seines Berichts eine ausführliche Beschreibung desselben.

§ 720. Die Dampfkessel von Paucksch und Freund in Landsberg a. d. Warthe sind einfache, doch wesentlich verbesserte Röhrenkessel. In Wien waren zwei derselben mit je 1,88 m dtr., 5,02 m Länge ausgestellt, durch welche 92 Stück 76 mm weite Siederohre gelegt waren. Diese Rohre zogen nicht in einer geschlossenen, sondern in zwei zu beiden Seiten gleichmässig geordneten Gruppen von Boden zu Boden. Es blieb in der Mitte ein nach unten auf der Feuerzugbreite sich erweiternder Zwischengang von 300 mm und die Feuerplatten waren dadurch völlig bloss und der Besichtigung und Reinigung zugänglich (Radinger S. 37). Die Heizung geschah von einem Roste aus, welcher unter dem Kessel an der Vorderseite lag; die Feuergase strichen zuerst um den Kessel hin, durch die Röhren zurück und an den Seiten wieder in voriger Richtung zum Kamin.

Im Frühjahr 1873 standen bereits 800 dieser Kessel in Verwendung, was für ihre Brauchbarkeit spricht.

Aehnlich war der von J. Affolter in Chemnitz ebenfalls 1873 in Wien ausgestellte Röhrenkessel (cf. Radinger S. 41).

§ 721. Kessel mit stehenden Röhren (cf. die Corlisskessel § 715), sind auch vielfach versucht und zur Ausführung gebracht worden, sowohl für sich als in Combinationen mit anderen Kesselformen.

Einige der interessantesten werden hier zu erwähnen sein.

Soeding und von der Heyde, Hoerde, Westfalen fabriciren stehende Röhrenkessel mit vier horizontalen Röhren in der Feuerbüchse und ausziehbarem Kessel bis 30 qm Heizfläche.

Combinationen von Röhrenconstruktionen mit Walzenkesseln, Flammrohrkesseln und Siedern sind von Radinger in seinem Wiener Bericht S. 51 und 65 beschrieben. Die Röhrenbündel stehen vertical in einem besonderen an die Horizontalkessel angeschlossenen Theil.

Von der Firma F. A. Neuman in Aachen wird in neuester Zeit eine Combination des Cornwall- resp. Einflammrohrkessels mit engröhrigem Siederrohrkessel (D. R.-P. 9437) fabricirt, welches eine Vereinfachung des in Düsseldorf 1880 ausgestellt gewesenen Walzenkessels mit eingeschnittenen und durch enge Siederöhren ausgebauten Heizkammern genannt werden kann.

§ 722. Die J. C. C. Meyn'schen Patent-Hochdruckkessel, welche die Holler'sche Carlshütte bei Rendsburg schon 1873 in Wien ausstellte (cf. Radinger, Dampfkessel, S. 33 — von Reiche, Dampfkessel, 2. Aufl. S. 201), sind verticale innengeheizte Apparate, die durch ein doppeltes Röhren-

system eine ungewöhnlich grosse Feuerfläche bergen. Jeder Kessel bestand aus einem stehenden cylindrischen Aussenkessel von 2,32 m Höhe, 1,825 m Durchmesser, auf welchem noch ein Dampfdom von 1,067 m sich befindet. In einer schwach conischen Feuerbüchse liegt unten der Rost, der nach aussen verlängert ist und als Vorfeuerung schliesst.

Ueber der Feuerbüchse erhebt sich die Rohrkammer, welche oben durch eine kreisrunde Decke abgeschlossen ist und aus welcher die Feuergase zwischen 70 radialgestellten oblong profilirten mit Wasser gefüllten Verticalröhren in einen ringförmigen Raum ziehen, der auf den anderen drei Seiten seines Profils von wassergefüllten Räumen umgeben wird. Durch aufwärts führende 64 Feuerrohre gehen die Gase nach oben, die Hauptwassermasse des Kessels durchstreichend, und umspülen den Dampfdom, sowie das noch ringförmig darüber sich aufwickelnde Dampfrohr, so dass der Dampf hier gut getrocknet wird.

Die Heizfläche beträgt 35 qm und die Wasserspiegelfläche nur 2,42 qm, so dass (nach Radinger) pro Stunde und Quadratmeter ca. 300 Kilos Dampf austreten muss, während einfache Cylinderkessel 50 Kilo liefern unter sonst gleichen Voraussetzungen.

Derartige Kessel werden gute Dienste leisten, wo auf kleiner Bodenfläche eine reichliche Dampfentwicklung erzwungen werden soll und wo gutes Wasser und aufmerksame Wärter zu Diensten stehen. Reparaturen, führt Radinger weiter aus, werden bei diesen „Kunstkesseln“ ungeübten Arbeitern schwer fallen und die Anlagekosten sind hoch. Bei Krupp waren 1873 25 Kessel im Betrieb, weitere 24 im Bau begriffen.

F. Die Gliederkessel.

§ 723. Schon der im vorigen Paragraph erwähnte Meyn'sche Kessel hatte ausser den Feuerröhren auch ein mit grossen Heizflächen arbeitendes Siederohrsystem. Die Idee, diese Siedesysteme zu vervielfachen und auszubilden, führte nach und nach zu einer Reihe von Kesselsystemen, die man Siederöhren-, Glieder- und Gelenkkessel genannt hat, je nachdem sie aus Siederohr-Bündeln, oder aus gegliederten resp. mit Gelenken versehenen, wenigen oder gar einzelnen Röhren bestanden.

Wie alle Mittel- und Kleinkessel, sind die meisten dieser eigenthümlichen Construktionen auf das Dampfbedürfniss kleinerer Anlagen berechnet, da sie neben grosser Compendiosität alle möglichen für Sicherheit und Bequemlichkeit wichtigen Eigenschaften für sich in Anspruch nehmen.

von Reiche gesteht in dem S. 183 seines Dampfkessel-Buches gegebenen Resumé der Eigenschaften der Roots-, Belleville- und Alban-Kessel dieser ganzen Gruppe von Kesseln den Beinamen „Sicherheitskessel,“ zu, weil die Explosionen bei denselben niemals den Umfang annehmen können, wie bei den älteren Systemen. Einen Fehler aller dieser Kessel, betont derselbe Autor aber auf das Nachdrücklichste: die Schwierigkeit der Entfernung des Kesselsteins und die Nothwendigkeit, mit reinem Wasser zu speisen.

§ 724. Was die einzelnen Formen anlangt, so sind Nachstehende die wichtigeren. Der Howard-Kessel (Radinger, Wiener Bericht S. 16) bestehend aus vier Reihen von je fünf Siedern, die über einander liegend, hinten durch je ein Stehrohr verbunden waren. Aus den vier Stehrohren führt ein Knierohr nach einem Dampfsammler, der aussen auf der Anlage liegt und für Hüttenzwecke etwas grösser ausfallen muss. Baut man die Kessel in Abhitzen ein, so wird dem Feuer der Zugang zu den oberen 1—2 Rohrzeiten, die den Dampfraum vorstellen, durch eine feuerfeste Decke zu versperren sein.*)

Der gleichfalls in Wien ausgestellt, aber nicht betrieben gewesene Sinclair-Kessel unterscheidet sich wenig vom Howard-Kessel, nur waren an den Siederohren vorn ebenfalls Steigerohre, ausserdem Wasser- und Dampfreservoire angebracht.

§ 725. Der „unexplodirbare“ Belleville-Kessel, eine der bekanntesten Formen der Wasserröhrenkessel, erregte schon 1867 in Paris die allgemeinste Aufmerksamkeit. Das in Wien 1873 ausgestellte Modell ist von Radinger, wie von Reiche ausführlich beschrieben. Es bestand aus 90 Rohren, die in fünf Doppelreihen neben einander lagen, so dass 18 Rohre eine Schlange bildeten, die unten, an der heissesten Stelle das Speisewasser empfing und oben den Dampf abgab.

Die untere Hälfte war mit Wasser gefüllt und trotzdem, dass der Schaum weiter oben verkochte, so war der Dampf doch nass und Radinger beobachtete ein starkes Auf- und Niederwogen des Niveaus (um 20 cm), das er nach seinen Schätzungen der grossen Austrittsgeschwindigkeit (1 m pro Secunde) des Dampfes zuschrieb.

Diese Kessel sind auch auf Hüttenwerken in Gebrauch (Zinkblechwalzwerke der Vieille Montagne in Angleur) wo Platzmangel herrscht, denn ein Kessel nimmt kaum 5 qm Flächenraum in Anspruch, während das Rohrsystem 50 qm Wandfläche oder bei $^2/_3$ Füllung 33 qm Heizfläche hat.

*) Eine neuere Form des Howard-Kessels, beschreibt Radinger in seinem Philadelphia-Bericht S. 34.

§ 726. Unter den amerikanischen Gliederkesseln, deren Zahl eine sehr bedeutende ist (cf. Radinger, Bericht über Philadelphia, S. 109—155) hat neben den Howard-Kessel, besonders der Roots-Kessel eine grössere Bedeutung, da er der Ausgangspunkt für eine Reihe deutscher Construktionen geworden ist.

Er besteht jetzt in einer rechteckigen „Garbe" von 64 Stück 101 mm starken Rohren, die mit ihren viereckigen Stirnplatten fest aufeinander sitzen und eine Vor- und Hinterwand bilden. Das Innere der Rohre ist nicht durch eine centrische Mündung in den Stirnplatten geöffnet, sondern durch drei in der Disposition: ∵ stehende Mündungen. Diese Mündungen werden durch dreieckige Muscheln geschlossen und gegenseitig verbunden. Da die Muscheln in umgekehrten Sinn wie die Rohrmündungen stehen nämlich so: ∴ so werden immer zwei Rohre nebeneinander und das in Mitten beider darunter liegende Rohr verbunden und eine weit vollkommenere Cirkulation hergestellt als bei den Howard- und Belleville-Kesseln.

Der Wasserstand füllt vorn vier, hinten alle acht Rohrreihen. Die Heizung ist transversal, der Fuchs liegt im Niveau des Aschenfalls und eine Feuerbrücke reicht mit Chamotte- und Gussplatte bis in die fünfte Rohrreihe.

Was diesen Kesseln hauptsächlich so viel Anhänger verschafft hat, ist der Umstand, dass die Aufstellung eine ausserordentlich einfache, die Mauerarbeit fast 0 ist und erst nach geschehener Montage das Ganze mit Ziegelwänden abgeschlossen zu werden braucht. Auch ist das rasche Anheizen ein Vorzug, denn in 10—20 Minuten soll Dampf aus kaltem Wasser gemacht werden können, wobei dennoch die Gase nicht heisser als 212° abgehen sollen.

Sehr stark verbreitet ist nach Radinger (a. a. O. S. 142) auch der originelle gusseiserne Kessel von Harrison, welcher aus lauter aneinander geschlossenen Hohlkugeln besteht; nach Versuchen, über welche Radinger ausführlich berichtet, hielt er kalten Wasserdruck von 40—73 Atmosphären in einzelnen Theilen aus; zusammengesetzt und geheizt, entliess er erst bei 58 Atmosphären Dampf aus den Fugen, wurde leer gekocht, bei noch wahrnehmbaren 2 Atmosphären glühend gemacht, dann erkalten gelassen, revidirt, wieder gefüllt und bis $4^1/_3$ Atmosphären ohne jede Undichtheit geheizt.

Es wird dies nur angeführt, um darauf hinzuweisen, dass allerdings die jedenfalls vorzügliche Arbeit der Kesseltheile nöthig ist, um derartige Resultate zu erzielen.

§ 727. Diesen ausländischen Systemen sind zur Seite zu stellen, die in Deutschland gebauten Kessel, von denen der Roots-Kessel von Walther & Co. noch die meiste Aehnlichkeit mit dem ursprünglichen Muster zeigt, während die Kessel von A. Büttner & Co. und von L. & C. Steinmüller davon mehr oder minder abweichen.

Der Kessel von Walther & Co. in Kalk bei Cöln unterscheidet sich von dem ursprünglichen Roots-Kessel dadurch, dass anstatt der Muscheln, Knierohre die Wasserrohre verbinden, deren jedes zwei Oeffnungen im Kopfstück hat. Dann ist dem Kessel ein Röhrenvorwärmer zugefügt, dessen einzelne Röhren quer über den Kesselröhren liegen.

Der Büttner'sche Kessel unterscheidet sich seinerseits von dem Roots-Kessel dadurch, dass mit Ausnahme der untersten zwei Reihen Röhren von grösserem Durchmesser (127 mm) von den übrigen etwas engeren Röhren (114 mm) immer zwei je übereinander liegende zu einem einzigen Bauelement vereinigt sind. Hinter dem Kessel ist ein Vorwärmer aus gusseisernen Röhren (aussen mit Längsrippen) gewissermassen nach dem Gegenstromprincip construirt, da die Gase aufwärts, das Wasser abwärts gehen.

Der in Düsseldorf den Versuchen unterworfene Kessel war mit einem Einbecker Stufenrost (Treppenrosten mit schrägen Staffeln) ausgerüstet, der allerlei Vorzüge haben soll (von Reiche, Versuche, S. 15).

Was endlich den Steinmüller'sche Kessel (Gummersbach, Reg.-Bez. Cöln) anlangt, so sind in demselben die einzelnen Muscheln und Krümmer der anderen Roots'schen Systeme zu Querkästen geworden, die, in verticaler Richtung ebenfalls correspondirend, zwei Wassersäcke vorstellen, zwischen welchen die Rohre übereinander alternirend geordnet liegen. Ueber den Röhrenbündeln, doch nicht geheizt, liegt ein zum Trennen des Dampfes vom Wasser bestimmtes Rohr.

Bezüglich weiterer Details der genannten Systeme, muss auf die von den genannten Constructeuren und Fabrikanten ausgegebenen Brochüren und Cirkulare verwiesen werden.

G. Sonstige Kessel und Combinationen.

§ 728. Ausser den bereits erwähnten Combinationen verschiedener Systeme (F. A. Neuman, Daelen & Stuckenholtz, u. A.), sind hier noch einige Kessel zu nennen, welche durchaus andere Principien der Construktion oder der Befeuerung aufweisen.

Ein eigenthümliches bereits älteres System ist die Anwendung von in das Feuer hängenden unten geschlossenen Siederöhren, die an dem Boden eines Wasserreservoirs befestigt, mit dessen Inneren in Verbindung stehen.

Der mit solchen Röhren zuerst versehen gewesene Field'sche Kessel, zeichnet sich durch die Anwendung von mit Cirkulations-Vorrichtung versehenen in den Feuergasstrom hereinhängenden Siedern aus. Diese Rohre, auch Field-Rohre genannt, sind ca. 50 mm lang und 3 mm dick, unten reagenzglasartig geschlossen, während sie sich nach oben in den Wasserraum des Kessels öffnen. In denselben liegt lose ein Weissblechrohr von geringerem Durchmesser und theilt den Inhalt des Sieders in zwei Theile, einen ringförmigen äusseren und wärmeren, einen cylindrischen inneren kühleren Theil. Ersterer steigt, letzterer sinkt und diese Bewegung bringt eine Cirkulation des Wassers und eine stärkere Ausnutzung der Heizflächen hervor (von Reiche, Kessel, 2. Aufl. S. 193). Einen ähnlichen Kessel mit etwas rationellerer Heizung hatte J. Bergmann, Hattingen 1873 zu Wien ausgestellt (cf. Radinger, S. 47).

Den Field-Kesseln wird ein Schwanken des Wasserstandes und Druckes, dann die Produktion nassen Dampfes vorgeworfen, wogegen geringerer Raumaufwand und rasches Anheizen, als Vorzüge gelten können.

§ 729. Der Civil-Ingenieur J. Pohlig in Siegen hatte in Düsseldorf 1880 Zeichnungen eines Kesselsystems ausgestellt, welches aus in langem, theils gestrecktem, theils geknicktem Heizcanal transversal eingebauten, etwa 2 m langen Siedern und einer ausserhalb des Gewölbes hinlaufenden gemeinschaftlichen Dampfleitung besteht (Deutsches Reichs-Patent 8141). Diese einzelnen Kessel aus einer einzigen Blechtafel gebildet, haben keine Quernaht. Die Längsnaht wird abwechselnd durch die Gurten der immer über zwei Sieder gespannten Gewölbe, abwechselnd durch gemauerte Zungen auf welchen der 2te, 4te u. s. w. Kessel ruht, geschützt. Jeder einzelne Kessel ist hinreichend weit, um befahren werden zu können. Die Lage ist nicht ganz horizontal und die Speisung tritt an der tiefsten Stelle ein, der Dampf an der entgegengesetzten Seite aus. Auf dem letzten Kessel steht ein Dampfdom, in den das gemeinschaftliche Dampfleitungsrohr ebenfalls mündet.

Praktische Erfahrungen haben eine bequeme und rasche Dampfentwicklung ergeben; Neueres ist darüber nicht bekannt geworden.

Der Doppelkessel von Pregardien in Deutz, bei welchem ein Ober- und ein Unterkessel anstatt mit Stützen mit gebogenen Röhren verbunden sind, mag hier noch erwähnt werden.

Ebenso ist auf die von Gebr. Decker in Cannstadt erbauten Kessel mit Tenbrinck'scher rauchverzehrender Feuerung hinzuweisen, welche besonders da verbreitet erscheinen, wo hohe Kohlenpreise zu einer sparsamen Verwendung drängen.*)

*) Bezüglich der neueren Dampfkessel ist noch auf Arbeiten Hiebarth's (die Dampfkessel der Wiener Ausstellung — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1875, S. 785) und Althan's (die neueren Dampfkessel in Beziehung zum Bergwerksbetrieb — Preussische Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1873) hinzuweisen.

Sechster Abschnitt.

Von den Anlagen zur Darstellung und zur Erhitzung der gepressten Luft: von den Gebläsen und Winderhitzungs-Apparaten.*)

§ 730. Ein sehr wichtiges Material zur Ausführung der Eisenhütten-Processe, ist die Verbrennungsluft, welche allen Apparaten zugeführt werden muss, in welchen Brennstoffe zur Wärmeentwickelung zu verbrennen sind. Da diese Zuführung immer mit einer gewissen Energie stattfinden muss, so sind besondere Apparate erforderlich, um die Luft zu bewegen.

Das einfachste Mittel ist das bei jedem Rost angewandte, des Schornsteins, der Esse, einer Construktion, welche die Gase der Verbrennung bis in eine gewisse nach Zweck und Umständen verschiedene Höhe führt, um sie erst dann in die Atmosphäre treten zu lassen. Diese Construktionen (deren Theorie von allen Lehrbüchern der praktischen Mechanik, von den Specialwerken über Maschinenlehre, Technologie der Wärme u. A. ausführlich behandelt zu werden pflegt) haben für das Eisenhüttenwesen nur da specielles Interesse, wo mit Rostfeuerungen gearbeitet wird, sowie bei einzelnen Anlagen von Winderhitzern. An den geeigneten Stellen wird das Nothwendige über die speciell wichtigen und bewährten Dimensionen angegeben werden.

Ein anderes Mittel, die Verbrennungsluft in die Ofen-Anlagen zu führen, ist die Anwendung der Gebläse, maschineller Apparate, um mehr oder minder gepresste Luftströme zu erzeugen. Wie im gewöhnlichen Leben die bewegte Luft, der Atmosphäre, „Wind" genannt wird, so hat man auch die aus den Gebläsen der Hüttenwerke tretende, in Bewegung versetzte Luft „Wind" getauft. Für den Eisenhüttenbetrieb kommen die Gebläse überall zur Anwendung, wo in Feuerungs-Anlagen der Essenzug nicht ausreicht, die Widerstände in der Feuerungsstelle selbst bis zu einem Grade anwachsen, dass auch der stärkste Essenzug dieselbe nicht mehr überwinden kann. Ausserdem wird nur noch in einem speciellen Fall Gebläseluft zu anderem Zwecke als dem der Brennstoffverbrennung gebraucht, d. i. bei den Bessemerprocess, wo die Luft zur Oxydation der Nebenbestandtheile des Roheisens ein relativ hohes Bad des flüssigen Metalls in feinen Strahlen durchdringen muss.

Da dies eine Specialaufgabe ist, die in engem Zusammenhang mit dem bezüglichen Process steht, wird sie bei letzterem zu behandeln sein, so dass hier nur die Gebläse zur Luftbewegung für Brennstoffverbrennungen in Frage kommen.

§ 731. Der „Wind" wird aber in sehr vielen Fällen den Oefen in erhitztem Zustand zugeführt und es verdienen desshalb die „Winderhitzer" genannten Apparate, in welchem die Winderhitzung vorgenommen wird, eine generelle Betrachtung im Anschluss an die Gebläse. Da man heute die Winderhitzer fast ausschliesslich mit Hochofengasen betreibt, also mit einem in seiner durchschnittlichen Zusammensetzung wenig variirenden Brennstoff, dessen Brennbarkeit, Flammbarkeit und Luftbedarf weit weniger schwankt als es die verschiedenen Kohlensorten einer Klasse thun würden, so kann man die Construktion solcher Apparate ebenso von einem Standpunkte aus behandeln wie den Bau der Cokesöfen, Dampfkessel und Gebläse. Analoge Apparate zum Erwärmen von schwachbewegter Luft, wie sie bei Gasöfen Verwendung finden (Siemens'sche Regeneratoren und verwandte Apparate), schliessen sich direkt an die Oefen an, für deren Dienste sie bestimmt sind, während Heizapparate für Windströme mittleren Druckes, welche zu Trockungsprocessen (in Röhrengiessereien) gebraucht werden, nach dem Muster der eigentlichen Winderhitzer aufzubauen sind.

Die Einzelschilderung wird noch besonders darthun, dass die Winderhitzer unter allgemeinen Gesichtspunkten besser betrachtet werden als im Anschluss an den Hochofenprocess, für den nur der pyrometrische Effekt bei Maximalproduktionen technisch maassgebend ist (ökonomisch tritt hierzu die Kostenfrage bezogen auf die Produktionseinheit).

Der Abschnitt zerfällt hiernach in zwei Kapitel:

1) Von den Gebläsen.
2) Von den Winderhitzern.

*) In den „Vorbemerkungen" und der „Eintheilung" S. 6 muss es § 9 unter „Sechster Abschnitt" ebenfalls heissen: Die Anlagen zur Darstellung und zur Erhitzung der gepressten Luft: Gebläse und Winderhitzungs-Apparate.

1. Kapitel.

Von den Gebläsen.

§ 732. In welcher Weise aus dem gewöhnlichen Schmiedebalgen sich der doppeltwirkende Balgen, der hölzerne Balgen das Kastengebläse und das Cylindergebläse entwickelt haben, ist in älteren Lehrbüchern ausführlich zu lesen, ebenso welche andere z. Th. originelle, z. Th. auch recht unbegreifliche Constructionen zur Erzielung von Windströmen gebraucht worden sind. Die meisten dieser Gebläse sind der Nachahmung unwerth und ganz ausser Gebrauch gekommen.

Es stehen heute nur noch zwei Hauptformen in Verwendung: die Cylindergebläse und die Ventilatoren, denen sich noch die Kapselräder und die mit Dampfstrahl betriebenen Injektoren anschliessen.

Diese vier verschiedenen Apparatklassen können in zwei Gruppen zerlegt werden:

A. Gebläse für schwachen Druck, die Ventilatoren, Kapselräder und Injektoren.

B. Gebläse für höheren Druck, die Cylindergebläse.

Es muss hier gleich bemerkt werden, dass sowohl Hochdruck-Ventilatoren, als auch Niederdruck-Cylindergebläse gebaut worden sind, doch nicht mit praktischem Erfolge. Wenn irgend wo, gilt hier eine möglichst specielle Auffassung der Aufgaben des bezüglichen Apparates. Die Benutzung der Ventilatoren zu Hochdruck-Aufgaben ist auf schwere Hindernisse gestossen; die Cylindergebläse erwiesen sich als zu kostspielig für Aufgaben des Niederdrucks.

Eigentliche Luftcompressoren (zur Bewegung von Maschinen) kommen im Eisenhüttenbetrieb nicht vor. Die Gjers'schen und Krupp'schen Luftpumpen zum Betrieb der pneumatischen Aufzüge sind abwechselnd saugende und blasende Motoren und dem speciellen Zweck genau angepasst. Sie gelangen in Band II zur Beschreibung und Darstellung.

A. Gebläse für schwachen Druck.

§ 733. Zum Betrieb von Schmiedefeuern, Heerden, niedrigen Schachtöfen, auch zum sogenannten Unterwindbetrieb bei Flammenfeuerungen und Generator-Anlagen, genügen die von verschiedenen Fabrikanten als Specialität gelieferten Ventilatoren, Kapselräder und Injektoren, welche nur geringe bis höchstens 0,05 m Quecksilber = 0,07 Kilos pro Quadratcentimeter gehende Widerstände überwinden können, aber häufig ein verhältnissmässig grosses Quantum Wind zu liefern haben.

Ventilatoren.

§ 734. Unter Ventilatoren sind die mit einfacher concentrischer Flügelwelle, welche in weitem Gehäuse rotirt, versehenen Systeme Nasmyth, Lloyd, Sturtevant, Wedding u. A. die besten. Alle auf präcisen Anschluss von Flügelrad und Gehäuse hinauslaufenden Constructionen sind im Interesse der Bequemlichkeit und der Unterhaltungskosten zu vermeiden.

Bei langdauerndem Betrieb oder grossen Schmelzungen treten aber dennoch leicht Riemenbrüche ein, wenn die Geschwindigkeit eine sehr grosse wird. Aus diesem Grunde und da die Luftlieferung dem Produkt aus der Capacität des ganzen Gehäuses und der Tourenzahl direkt proportional ist, so kann man grosse Ventilatoren langsamer laufen lassen als kleine. Dennoch geht man für die hier vorliegenden Zwecke nicht über einen Durchmesser von 1,0 m hinaus, bleibt in manchen Fällen sogar darunter.

Bei dem Giessereibetrieb findet sich speciell Veranlassung, auf einige Ventilator-Constructionen zurückzukommen, die sich praktisch bewährt haben und in verschiedenen Fabriken hergestellt werden. Es wird sich dann auch Gelegenheit bieten, vor den sogenannten Hochdruck-Ventilatoren mancher Fabrikanten zu warnen und nachzuweisen, dass der Ausdruck „Hochdruck" der Dampfmaschinen hierbei eine sehr missbräuchliche Anwendung gefunden hat.

Kapselräder.

§ 735. Die Kapselräder, welche man frühzeitig als Repsold'sche Pumpen resp. Spritzen zur Wasserförderung und Exhaustion benutzte, sind später in sehr grossem Maassstab als Exhaustoren für Bergbaue (Fabry'sche Ventilatoren) ausgeführt worden. Noch später datirt die Anwendung des Princips zur Construktion von Ofengebläsen. Die ersten derselben wurden von Amerika aus als Roots blowers verbreitet und befinden sich heute in gesteigerter Verwendung für alle Zwecke, die sonst Ventilatoren verlangten. Erfahrungsmässig leisten die Roots blowers bei schwächerer Tourenzahl dasselbe, wie die grösseren Ventilatoren und sind wegen des langsameren Ganges allen Betriebsstörungen weniger ausgesetzt. Auch verbrauchen sie weniger Zapfenschmiere und gewähren auch in dieser Hinsicht Oekonomie.

In Deutschland wurden diese Apparate zuerst von Meyer in Aerzen bei Hameln, später von einigen anderen Fabriken angefertigt. Schenk, Mohr und Elsaesser in Mannheim, haben sie in jeder Dimension hergestellt.

In einem länglichrunden, wie ein abgeplatteter Cylinder gestalteten Gehäuse, bewegen sich zwei ineinander greifende und aufeinander sich abwickelnde Rotationskörper mit parallelen Axen, welche, da sie sich in einer den Axen parallelen Linie (oder Flächenelement) berühren und dies bei einer Tour zweimal eintritt, Luft zwischen sich aufnehmen, abschliessen und auf der entgegengesetzten Gehäuseseite wiederum heraustreten lassen. Dadurch wird bei vermehrter Tourenzahl eine wachsende Durchgangsgeschwindigkeit der Luft bewirkt und der Apparat zu einen Luftbeweger, der bis zu einer gewissen Grenze auch Pressung hervorbringt.

Injektoren.

§ 736. Das Princip der Injektoren kann auch auf Gebläse-Construktion für niedrigsten Druck, z. B. für Unterwind etc. angewandt werden. Es ergibt sich daraus das Dampfstrahlgebläse, welches besonders durch Siemens und Körting in eine Form gebracht worden ist, welche die Verwendung in dem Eisenhüttenbetrieb erlaubt.

Bei dem von Siemens zuerst construirten Dampfstrahlgebläse, strömte der Dampf aus einem Rohr in die weite Mündung eines Hohlkegels; in der ringförmigen Oeffnung zwischen Dampfrohr und Kegel trat die Luft zu und wurde, mit Dampf vermischt, aus dem an die engere Mündung des Kegels angeschlossenen Windleitungsrohr, das allmälig sich erweiterte, ausgeblasen.

Später wurde die Einrichtung dahin modificirt, dass die Dampfeinströmung durch den ringförmigen Raum zwischen zwei concentrischen Röhren geschah und dass sowohl in der inneren, wie ausserhalb der äusseren Röhre Luft eintrat. Beide am Ende kegelförmig gestaltete Rohre lassen sich gegenseitig verstellen, um die Dampf- und Luftmenge zu reguliren.

Diese Injektoren hat Siemens bei dem Betrieb seiner Gasgeneratoren angewendet, wobei der Wasserdampfgehalt der Luft den Gehalt der Gase an Wasserstoff steigert und desshalb vortheilhaft ist.

Die Körting'schen Gebläse arbeiten etwas anders und sorgen namentlich für Condensation, indem ein Injektor zunächst Luft ansaugt und in einen Condensator treibt, aus dem sie getrocknet in einen zweiten grösseren Injektor geht, um als Motor zu wirken und von Neuem äussere Luft anzusaugen, welche dann mit der ersten zusammen in die Windleitung geht.

Indessen ist auch diese Construktion eine andere geworden und besteht aus mehreren ineinander gesteckten Luftsaugekegeln, in deren Centrum das Dampfrohr sich befindet.

B. Gebläse für höheren Druck.

Cylindergebläse.

§ 737. Die Cylindergebläse, die Luftcompressoren für den Schachtofenbetrieb und das Windfrischen (Bessemern) haben manche Wandlung durchlaufen bis zu ihrer heutigen Entwickelung. Die hauptsächlichste Wandlung geschah hinsichtlich der Grösse und Leistungsfähigkeit. Die vor 50 Jahren gebauten, die vor 25 Jahren in Betrieb gebrachten und die jetzt fabricirten Cylindergebläse, entsprechen vollkommen den gleichzeitigen Zuständen des Hochofenbetriebes, abgesehen von der durch Verschiedenheit des Brennstoffs hervorgerufenen Unterscheidung. Hier werden nur die Maximalleistungen in das Auge zu fassen sein; die Herstellung minderer Leistungen ist darnach ganz leicht.

Im Bezug auf Disposition und Bau haben die Gebläse ebenfalls Wandlungen, selbst Moden durchgemacht und noch heute schwärmt die eine Fabrik für dies System, die andere für jenes.

Die Leistung des Gebläses wird durch derartige Verschiedenheit nicht so sehr beeinflusst, wogegen allerdings Unterschiede in der Dampfpressung, sowie in den hauptsächlichen Verhältnissen des Werkzeuges, d. h. des Blasecylinders Einfluss haben.

Jedes Cylindergebläse besteht bekanntlich aus einem in relativ weitem eisernen Cylinder hin- und hergetriebenen dichten Kolben. An beiden Enden des Cylinders sind jedesmal zweierlei Ventile angebracht, nach innen sich öffnende Einlassventile, nach aussen sich öffnende, von der Windleitung umschlossene Auslassventile, die in verschiedener Weise construirt sind, leicht spielen müssen und welche keinen zu grossen Ausschlag haben dürfen.

§ 738. Zwischen der Kolbenfläche und der Querschnittssumme der jederseitigen Ventile einer Art ist ein bestimmtes Verhältniss praktisch, wiewohl es sich in weiteren Grenzen hält. Je rascher der Gang des Gebläses ist, umso reichlicher müssen die Querschnittsverhältnisse der Ventile sein, so dass man heute, wo die Gebläse durchschnittlich schneller laufen, auf ganz andere Verhältnisse stösst als früher.

Es ergeben u. A. ältere und neuere Gebläse (cf. Dürre, Eisengiessereibetrieb 2. Auflage, I. S. 572, § 184 und Pernolet, L'air comprimé S. 99 u. ff.):

Altes Hochofengebläse zu Malapane . . .	Einlass	:	Kolben	:: 1 : 10
Frischfeuergebläse zu Jedlice	„	:	„	:: 1 : 7
do. zu Dembiohammer . . .	„	:	„	:: 1 : 22*)
do. zu Rybnik	„	:	„	:: 1 : 16
Aeltere Gebläse zu Königshütte	„	:	„	:: 1 : 7 — 1 : 9
Altes Gebläse zu Laurahütte	„	:	„	:: 1 : 7 **) — 1 : 8
Gebläse zu Lavoulte	„	:	„	:: 1 : 12,6
do. von Shelton	„	:	„	:: 1 : 2,7
do. zu Braunschweig	„	:	„	:: 1 : 4,0
do. zu Mühlheim a. d. Ruhr, Taf. XV	„	:	„	:: 1 : 6,0
do. zu Niederheinische Hütte, Taf. XIX	„	:	„	:: 1 : 5,5
do. zu Georgs Marienhütte, Taf. XVII	„	:	„	:: 1 : 6,2
do. von Gjers, Taf. XVIII	„	:	„	:: 1 : 7,5
do. von Seraing, Taf. XVI, 1. 2. . . (Pernolet a. a. O. S. 123).	„	:	„	:: 1 : 3,5
do. von Creusot, Taf. XVI, 3. . . . (Pernolet a. a. O. S. 120).	„	:	„	:: 1 : 4,3

Die Querschnitte der Druckventile sind bei den rationell construirten und gut arbeitenden Gebläsen meist etwas kleiner als die Admissionsventile — wiewohl hier noch weniger ein gewisses Verhältniss zu Tage tritt. Man wird nicht sehr fehlgehen, wenn man als allgemein üblich $^3/_5 = 60\,/_{00}$ annimmt. Einzelne Gebläse z. B. die Taf. XVI, 3 und Taf. XVIII dargestellten, haben gleiche Weiten für beide Arten von Ventilen.

Es ist hier dieses Verhältniss besonders betont worden, weil seine Gestaltung von ungemeinem Einfluss auf die Ruhe und Geräuschlosigkeit im Gang der Gebläse ist.

§ 739. Eine grosse Entwickelung der Ventilquerschnitte, namentlich über das durch den Cylinderboden resp. Deckel selbst gebotene Maass hinaus, ist nur möglich durch Anbau von besonderen ringförmigen Ventilkästen, oder durch einzelne Hälse. Dadurch wird aber der schädliche Raum vergrössert, sobald man nicht, wie bei der grossen Maschine des Creusot (einer auch von Pernolet als vorzüglich durchgearbeitet gerühmten Construktion) auf dem Kolben Blechkörper befestigt, welche beim Einlauf des Kolbens jene Räume fast vollkommen füllen (vergl. Taf. XVI, Fig. 3).

Diese Frage des schädlichen Raumes wird von den Construkteuren verschieden aufgefasst, je nach dem Kostenpunkt des Betriebsdampfes. Ist Betriebsdampf in ausreichender Menge, durch die mit Hochofengasen geheizten Kessel geliefert, vorhanden, so kann man über den schädlichen Raum eher wegsehen zu Gunsten einer möglichsten Entfaltung der Ventilquerschnitte. Arbeiten aber die Gebläsemaschinenkessel unter starker Inanspruchnahme der Hülfsfeuerungen, d. h. unter starkem Aufwand von „Stochkohlen,“ wie Schlink sich ausdrückt, so ist schon im ökonomischen Interesse bei dem Entwurf und der Dimensionirung des Gebläses Alles zu vermeiden, was die Dampfarbeit unfruchtbar belastet, also auch der schädliche Raum selbst.

Wenn sich aber, wie bei dem (Taf. XVIII) dargestellten Gjers'schen Gebläse schädlicher Raum und nicht sehr günstiger Admissionsquerschnitt (im Verhältniss zur Kolbenfläche 1 : 7,5) vereinigen, so darf man sich über die schlechten Resultate dieser Gebläse in sparsamen deutschen Hochofenhaushaltungen (Neusser Hütte, Germaniahütte) nicht wundern.

Bei liegenden Gebläsen (cf. das Taf. XVII dargestellte Gebläse), wo die beiden Cylinderböden vertical stehen, lassen sich die Ventile in diesen Böden selbst mit einem Maximum von Querschnitt und einem Minimum von schädlichen Raum unterbringen, so dass noch weit günstigere Querschnittsverhältnisse als das im § 738 hervorgehobene 1 : 6,2, nämlich 1 : 4 wie bei dem in Percy-Wedding, Eisenhüttenkunde (II. 1. S. 58) abgebildeten Braunschweiger Gebläse entstehen können. Die von aussen abnehmbaren in den Boden resp. Deckel einfallenden Ventilsitzrahmen lassen sich weit grösser anordnen als in Taf. XVII geschehen ist und braucht nur der Boden oder Deckel durch hohe Verrippung verstärkt zu werden, um noch mehr von der Substanz einbüssen zu können.

*) Dieses durch Wedding (Percy-Wedding, Eisenhüttenkunde II. 1. S. 59) bekannter gewordene oscillirende Gebläse muss, wie alle ähnlich disponirten Gebläse als durchaus verfehlt bezeichnet werden und hat auch niemals zur Zufriedenheit gearbeitet.

**) Bei diesem Gebläse waren die Klappendispositionen an beiden Cylinderenden gar noch verschieden, woraus auch noch verschiedene Grössen resultirten.

§ 740. Die übrigen Verhältnisse der Gebläse sind Angelegenheiten mehr maschineller Natur, wogegen die allgemeine Disposition, sowie die Dimension des Gebläsecylinders und die Festsetzung des Luftquantums, resp. der derselbe bedingenden Tourenzahl von den Abnehmern zu bestimmen sein dürfte.

Zur Orientirung hierüber, sowie überhaupt für das Specialstudium der Gebläse-Maschinen ist die Arbeit von J. Schlink wichtig, die 1880 als Separat-Abdruck aus Glaser's Annalen erschienen ist und ein reiches Material an älteren und neueren Construktionen bietet, dabei sich aber die Aufgabe stellt, für die stehenden direkt wirkenden und darunter für die von Mühlheim a. d. Ruhr erbauten Drillingsgebläse, die ja in sehr vieler Hinsicht als vollkommen gelten können, Propaganda zu machen.

Eine ähnliche doch mindere Bedeutung haben die von der Gesellschaft John Cockerill zu verschiedenen Zeiten veröffentlichten und dann im Portefeuille John Cockerill (Band III, S. 1) zusammengefassten Besprechungen eigener Construktionen und ihrer Vorzüge, sowie auch die Aufsätze von Gjers über die Verbesserungen der englischen Gebläse.

Systematisch behandelt werden die Gebläse ausser in vielen Handbüchern der Allgemeinen Eisenhüttenkunde*) noch in des Verfassers Lehrbuch der Eisengiesserei (Band I). Ausführlich ist die Darstellung der gesammten Gebläselehre in Hauer's Hütten-Maschinen (2. Auflage) und die Darstellung sämmtlicher Luftcompressions-Vorrichtungen in dem schon angezogenen L'air comprimé von A. Pernolet, obwohl hier die eigentlichen Compressoren mehr Raum und Stoff beanspruchen als die Gebläse.

§ 741. Eine für die Construktion wichtige Grösse mag noch erwähnt werden, die Kolbengeschwindigkeit resp. Tourenzahl, weil dieselbe nicht über ein gewisses Maass hinausgehen darf.

Pernolet hat folgende Grössen berechnet (a. a. O. S. 103):

Balancier-Maschine	von Ebw Vale	1,940 m pro Secunde
do.	von Shelton	1,820—2,20 „
do.	von Kamp & Co. (ältere) . .	1,320 m „
Horizontal-Maschine	von Thomas & Laurens . .	1,666 „ „
do.	von Farcot und Söhnen . .	1,575 „ „
do.	von Georgs Marienhütte .	1,540 „ „
Vertical-Maschine	von Seraing	1,14 „ „
do.	von Creusot	1,00 „ „
Amerikanische Maschine		2,032 „ „

In ganz anderer Weise behandelt Schlink die Frage, indem er auf S. 84 seiner Abhandlung folgende Angaben über zulässige Tourenzahlen macht:

1. Balancier-Maschinen mit 2,5—3 m Hub		12—15 Touren
2. Woolf'sche „ „ 2,5—3 „		10—12 „
3. Stehende Maschinen mit doppelten Kurbelstangen	und 2 —2,5 m Hub	12—15 „
	„ 1,5—2,0 „	15—20 „
	„ —1,5 „	20—25 „
4. Stehende Woolf'sche Maschinen (System Seraing)		10—12 „
5. Stehende Maschinen mit einfachen Kurbelstangen und 1,25—1,50 m Hub		25—30 „
6. Liegende Maschinen	mit 2 m Hub	16—18 „
	„ 1,5 „	18—20 „
	„ 1,25 „	20—25 „

Ausnahmen finden auch statt, besonders, wenn man sich aus dem Lärm der Klappen Nichts macht.

§ 742. Ehe an die Beschreibung einzelner Typen gegangen wird, ist bezüglich der Zweckmässigkeit einzelner Systeme und Anordnungen noch Einiges zu bemerken. Auf die Disposition üben Geschmack, Vorbilder, Platz- und Fundamentrücksichten verschiedenen Einfluss aus. Ebenso wirken, wenn auch weniger direkt, die Dampfverbrauchs-Verhältnisse bestimmend ein und die Umstände der Dampferzeugung.

Bei Neuanlagen kann man natürlich freier handeln, als wenn es sich um Vermehrung resp. Vergrösserung der Gebläsekräfte älterer Anlagen handelt. Der letztere Fall tritt aber häufig ein, denn weit eher schreitet man zur besseren Ausnutzung älterer Anlagen, als zu completten Neuanlagen.

Den hüttenmännischen Standpunkt hat Schlink in seiner umfassenden Arbeit hinlänglich neben dem maschinellen hervorgehoben und kommt betreffs der Wahl des Systems, ob liegend, ob stehend, ob mit, ob ohne Balancier zu den folgenden Erwägungen:

1. Jeder Hochofen erhält seine besondere, in ihren Dimensionen vom Windbedarf abhängige Gebläse-Maschine.

*) Scheerer — Plattner — Kerl — Wedding — Dürre, Lehrbücher und Compendien.

2. Wenn möglich, soll die Dampfspannung hoch, keinesfalls unter 3—6 Atmosphären genommen werden.
3. Condensation ist bei niedrigeren Dampfspannungen vorzuziehen, da Condensations-Maschinen im Dampfverbrauch günstiger arbeiten.
4. Zur Anlage von Einzelmaschinen, namentlich ohne Condensation wird nicht gerathen, weil die zulässige Expansion nur gering ist und dagegen der Dampfverbrauch zu gross.
5. Werden dennoch Einzelmaschinen beliebt, so sind stehende direktwirkende oder Balancier-Maschinen vorzuziehen.
6. Zwillings- und Drillings-Maschinen sind als bewährt anzusehen, namentlich da, wo Condensation aus irgend welchem Grund nicht ausführbar ist.*)
7. Das Woolf'sche oder Compound-Princip ist überall anzuwenden, wo die Anlagekosten keine Beschränkung haben und wo Reserven vorhanden sind.
8. Die Condensation, sowie sonstige mit der Maschine verbundene Pumpwerke müssen ausschaltbar sein und Reserven haben, damit nicht Reparaturen an Nebendingen die Erfüllung des Hauptzwecks der Maschine hindern.

§ 743. Hierzu muss im financiellen Interesse noch bemerkt werden, dass nach Schlink's Angaben stehende, direktwirkende Maschinen mehr als Liegende kosten, Balancier-Maschinen aber unbedingt noch theurer sind. Jede Einzelmaschine ist billiger als die Zwillings- bez. Drillings-Maschine gleicher Leistung, die Woolf'sche Maschine am kostspieligsten. Auch wachsen die Beschaffungskosten mit den an Dampfersparniss, wie auch an die Ausführung der Maschinen gestellten Anforderungen.

Zwischen einer schlechten und einer sehr guten aber theueren Maschine ist ein weiter Spielraum, innerhalb welchem sehr wohl das Richtige in der Mitte liegen kann.

Allgemeine Richtschnuren zu geben, die für sämmtliche Specialfälle brauchbar sind, lehnt Schlink ab, sondern gibt nur den ungefähren Gang der Bestimmung der Hauptabmessungen in einem Beispiel an, welche Angabe hier wiederholt ist, um zu zeigen, wie weit der Hüttentechniker bei der Beschaffung eines Gebläses, dem Maschinenbauer entgegenzukommen hat.

Eine Reservemaschine für eine aus zwei Hochöfen bestehende Anlage, mit einer normalen Windlieferung von 360 cbm pro Minute und 0,35 Kilo pro Quadratcentimeter, soll unter der Annahme, dass Dampf von vier Atmosphären Ueberdruck vorhanden ist, entworfen werden. Condensation muss aus lokalen Gründen unterbleiben, doch soll auf Dampfersparniss gesehen werden. Auch soll die Maschine bei Reparatur der anderen Maschinen vorübergehend 50/00 mehr Wind liefern können. Nach früheren Rathschlägen Schlink's (s. § 742 6) kommen in erster Linie eine stehende Drillings-, in zweiter Linie eine liegende Zwillings-Maschine in Betracht. Entscheidet sich der Besitzer, wie Schlink annimmt, für das liegende System mit $^1/_4$ Füllung Expansionsgrad, so wird eine Hublänge von 1,6 m noch vollkommen in die Grenzen des praktisch Zulässigen fallen, ebenso eine Tourenzahl von 24 pro Minute. Daraus resultirt eine Kolbengeschwindigkeit von 76,8 m und ein Querschnitt von $\frac{450}{2 \times 76,3}$ oder 2,93 cbm. Den hieraus gefundenen Durchmesser von 1,93 m rundet Schlink auf 2 m ab und bestimmt weiter nach gewöhnlichen Regeln den Windüberdruck im Blasecylinder, die mittlere Spannung im Dampfcylinder und unter Annahme von 75/00 Nutzeffekt den Dampfcylinder-Durchmesser auf rund 0,900 m.

Daran knüpft er den Rath, nur Windmenge, Dampf- und Winddruck, sowie das System vorzuschreiben, im Uebrigen aber nur erprobte und garantiefähige Fabriken mit dem Bau der Maschinen zu beauftragen — dabei aber immer die Forderung der Rücksicht auf dauernden Betrieb auszusprechen.

Beispiele von Gebläsen.

§ 744. Die auf Taf. XV dargestellte stehende Drillings-Maschine, beschrieben und abgebildet in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (Juli 1876), ist unter Leitung von Schlink in Mühlheim a. d. Ruhr erbaut und eingeführt. Nach den Angaben des Erbauers (a. a. O. S. 42) besitzt sie ausser den allgemeinen guten Eigenschaften der stehenden direktwirkenden Maschinen noch die Vorzüge:

a. einer vollkommenen statischen Ausgleichung der beweglichen Theile ohne jedes Gegengewicht;
b. einer sehr gleichmässigen Windlieferung;
c. einer geringeren Raumbeanspruchung bei relativ hoher Leistungsfähigkeit;
d. einer nicht übermässigen Schwere oder Grösse der einzelnen Theile, daher Handlichkeit bei Reparaturen;
e. eines sparsamen Dampfverbrauches, da die gegenseitige Ergänzung der Cylinder hohe Expansionsgrade gestattet.

*) Hierbei empfiehlt Schlink in erster Linie stehende Drillings-Maschinen, in zweiter Linie liegende Zwillings-Maschinen.

Zu den auf der Zeichnung eingetragenen Dimensionen ist noch zu bemerken, dass die durch ein Versehen auf der Tafel Fig. 3 ausgelassenen Durchmesser des Gebläse- und des Dampfcylinders bezw. 1,648 und 0,785 m betragen, der Hub dagegen 1,255 m.

Die Kurbeln sind um 120° versetzt und die beiden Schwungradwellen werden durch eine Schleppkurbel mit Kugelzapfen verbunden, um jede starre Kuppelung zu vermeiden und jede der beiden Axen nur an zwei Stellen zu verlagern.

Die Schwungräder sind je 8400 Kilos schwer bei ca. 5 m dtr. (im Grundriss Fig. 5 steht aus Versehen 500 statt 5,000 bei der Durchmesserangabe des Schwungrades).

Die Maschinen sollen sehr fest stehen, der Gang ruhig und geschmeidig sein, der Dampfverbrauch gering, wogegen das bedeutende Gesammtgewicht der einzelnen Theile einen etwas höheren Preis bedingt.

Weitere Detailangaben sind in der oben angezogenen Specialbeschreibung, wie auch in der Schlink'schen Monographie nachzusehen. Hier ist diese Maschine als Typus von Drillings-Maschinen überhaupt hingestellt, die in neuerer Zeit sehr viel angewandt werden.

Howson & Wilson haben für die neuerbauten North Lonsdale Works in Ulverstone Maschinen von fast gleicher Dimension gebaut (cf. Engineering 1876, II).

§ 745. Auf Taf. XVI sind zwei Typen verticaler Einzelgebläse dargestellt, von denen das Modell von Seraing unbedingt das verbreitetste Gebläsemodell ist, denn es sind an 200 Stück davon bis jetzt verkauft worden. Das Modell von Creusot ist in Frankreich sehr beliebt, obwohl es bezüglich der Ventilsteuerung von Amerika her eingeführt wurde.

Die Maschine von Seraing ist s. Z. in einer besonderen vom Werk 1867 in Paris vertheilten Brochüre besprochen worden, aus welcher in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1868, S. 602 ein Auszug erschien, der sich hauptsächlich über die allgemeinen Vorzüge der stehenden, direktwirkenden Woolf'schen Maschine vor liegenden und anderen Systemen verbreitet (Portefeuille Cockerill III. S. 1).

Das hier abgebildete Muster (Engineering 1873, II und Gruner's métallurgie générale I, Taf 10) hat 3 m Cylinderdurchmessor und 2,44 m Hub. Die Dampfcylinder haben 0,73 m und 1,060 m dtr. Beide Kolbenstangen übertragen die Bewegungen einem Kreuzkopf von Schmiedeeisen, in dessen Mittelpunkt die Gebläsekolbenstange befestigt ist.

Die Dampfcylinder stehen so, dass die Entfernungen ihrer Angriffspunkte vom Mittel des Kreuzkopfes sich umgekehrt, wie die dtr. der Cylinder (nicht der Querschnitte) verhalten. Dadurch werden nach Möglichkeit die Resultate beider Dampfdruckwirkungen in die Gebläsekolbenstange verlegt und jedes Umknicken vermieden, was z. B. bei den Compound's so leicht zu bemerken ist.

Mit vier Atmosphären Dampfspannung und einer Expansion von $5\frac{1}{2}:1$ liefert die Maschine Wind von 20 cm Quecksilber und macht $12\frac{1}{2}$ Touren pro Minute; so dass die effektive Leistung auf 230 Pferde veranschlagt werden kann.

Der Raumbedarf einer solchen Maschine ist rund 50 qm (ein Horizontalgebläse gleicher Leistung würde wenigstens 150 qm verlangen), so dass ein Raum von 7×7 m ausreicht, eine Maschine unterzubringen.

§ 746. Der in Fig. 3 der Taf. XVI gegebene Profilschnitt eines Gebläses des Systems Creusot zeigt einen Gebläsecylinder von 2,900 m Durchmesser (Pernolet gibt 3,00 m an), bei 2,500 m Hub und 1,250 m Dampfkolben-Durchmesser.

Der gusseiserne mit Leder gedichtete Kolben trägt vier Blechhauben, welche in die Ventilkastenhülse von Boden und Deckel eintreten und den schädlichen Raum verringern. Die Ventile sind jederseits vier, zwei für das Saugen, zwei für den Druck; nach Aussen öffnen sie sich in tangential den Cylinder umschliessenden Blechkästen, die mit zwei vertical am Cylinder herabführenden Leitungsrohren in Verbindung stehen, durch welche einerseits die frische Luft nach den Saugventilen, andrerseits die gepresste Luft von den Druckventilen nach der Windleitung strömt. Bei Pernolet ist ein ausführlicher Grundriss mitgetheilt, den auch Schlink abgedruckt hat.*)

Die Theilung der Ventilklappen in lauter schmale Blätter oder Bänder ist vortheilhaft gewesen. Die freien Querschnitte beider Arten von Ventilen sind 1,66 qm, d. h. 0,235 der Kolbenfläche.

§ 747. Das Gebläse auf Taf. XVII bildet den Typus neuerer liegender Gebläse-Maschinen und funktionirt auf der Georgs Marienhütte bei Osnabrück (cf. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1873).

Die Maschine hat den Dampfcylinder zwischen Blasecylinder und Schwungrad angeordnet, und liegt in dreitheiliger Grundplatte mit welcher das eine Schwungrad-Lager zusammenhängend gegossen ist. Dieses eine Lager hat 0,550 m Länge bei 0,34 m dtr., während das andere Lager nur 0,4 m Länge

*) Hier ist eine andere Disposition substituirt, ohne die Ventilquerschnitte alterirt zu haben und es liegen sich Einströmungen wie Ausströmungen gegenüber.

bei 0,3 m dtr. hat. Zwischen beiden hängt das 29900 Kilos schwere Schwungrad mit 17500 Kilos schwerem Kranz, der mit besonders bearbeiteten Armen an die hohlgegossene Nabe befestigt ist.

Die Construktion der Ventilsteuerung erhellt aus den Fig. 6 und 7, während die Bauart des Gebläsekolbens aus den Fig. 3 und 4 hervorgeht. Die Ventile des Gebläsecylinders sind verschieden, wie die Fig. 1 und 5 zeigen; während die auf der unteren Hälfte des Cylinderdeckels vertheilten Druckventile einfache Gummiklappen sind, auf gerippten Rahmen befestigt, werden die auf der oberen Hälfte des Cylinderdeckels befindlichen Saugventile durch doppelte Hebelgelenke gehalten und öffnen sich bei geringerem Hub und weit bequemer als es bei Charnierplatten möglich wäre.

Die Kolbenstange, soweit sie das Gebiet des Gebläsecylinders berührt, ist 0,365 m stark, hohl und von Gusseisen; sie trägt an ihren beiden Enden Gleitschuhe, während die stählerne Dampfkolbenstange 0,183 m stark an ihrem freien Ende, einen schweren Kopf mit doppelten Gleitflächen trägt, an welchen auch das Triebstangenende um einen Stahlzapfen sich anschliesst. Der Hub ist genau 2,197 m (in der Taf. XVII rund 2,200 m gezeichnet).

Die Maschine arbeitet mit Dampf von 3,16—3,25 Kilos pro Quadratcentimeter bei $^1/_3$—$^3/_8$ Expansion, macht 20—22 Touren und liefert Wind von 0,32 Kilos Druck pro Quadratcentimeter.

§ 748. Wie hier eine Einzelmaschine, werden auch liegende Doppelmaschinen gebaut, z. B. die von Schlink (a. a. O. S. 51) erwähnte Zwillings-Maschine für den Phönix zu Borbeck, welche bei gleicher Kolbengeschwindigkeit und mässigeren Dimensionen als die Einzelmaschinen zu Georgs Marienhütte oder Gilkes, Wilson, Pease & Co. zu Tees Iron Works bei Middlesbro' ein grösseres Windquantum liefern soll.

Aeltere Maschinen funktioniren auf der Niederrheinischen Hütte (seit 25 Jahren), in Hörde (obwohl ursprünglich Fördermaschine der schiefen Ebene von Aachen) und an vielen anderen Orten, während neuere Maschinen zu Geisweid, Schalke u. s. w. in Betrieb sich befinden.

Die Verhältnisse der erstgenannten Maschine sind folgende:

Durchmesser des Blasecylinders	2,197	m
„ „ Dampfcylinders	1,046	„
Hubgrösse	1,883	„
Dicke der hohlen geschmiedeten Dampfkolbenstange .	0,275	„
Durchmesser des Schwungrades	7,559	„
Gewicht	22500	Kilos.

Mit halber Cylinderfüllung und 2,2 Kilos Dampfdruck erzielte die Maschine 0,35 Kilo Windpressung.

Auch Drillings-Maschinen können liegend angeordnet werden und Schlink gibt an, dass sein erster Entwurf der Taf. XIV abgebildeten Maschine sich auf liegende Anordnung bezogen habe.

Die Gebläse-Maschine der Herren J. H. Dresler sen. zu Geisweid, die von Gebr. Klein in Dahlbruch ausgeführt worden ist, von welcher Schlink an derselben Stelle redet, zeigt ähnliche Disposition.

Drei liegende Einzelmaschinen mit je 0,630 m Dampf- und 1,570 m Blasecylinder-Durchmesser, liegen im Mittel 2,750 m unweit von einander, zwischen sich zwei Schwungräder von 4,710 m äusserem Durchmesser von denen das eine mit den Kurbeln zweier Maschinen in gewöhnlicher Verbindung steht, während das zweite Schwungrad mit der Mittelkurbel durch eine Schleppkurbel zusammenhängt, am anderen Axenende dagegen die dritte Maschinenkurbel trägt.

Die ganze Anlage ist sehr compendiös; die Breite des Fundamentsockels, auf dem der Rahmen liegt, beträgt 11,4 m, während die grösste Sockellänge (einschliesslich der Schwungrad-Gruben) 14,7 m beträgt. Davon gehen an den meisten Stellen 1,50 m ab, da die Einfassungen der Schwungrad-Gruben um soviel vorspringen.

§ 749. Eine in England aus älteren Ideen und Ausführungen hervorgegangene Gebläse-Construktion stellt Taf. XVIII dar. Es ist das Gjers'sche Einzelgebläse, welches (Engineering 1875, II. S. 340) aus dem alten Slate'schen Schiebergebläse durch allmälige Abänderung entstanden, auf den meisten der neuen englischen Hochofenanlagen sich ausgeführt findet.

Diese ohne Condensation arbeitenden und sehr viel Dampf verbrauchenden Maschinen sollen programmmässig mit sehr grosser Tourenzahl arbeiten; doch geschieht dies nicht, nach dem Eindruck, den die Besucher der Clevelander Hochofenwerke erhalten, den auch Schlink constatirt.

In dem oben angeführten von Gjers selbst verfassten Artikel des Engineering, über die Veränderung an den englischen Gebläsen, wird der Vorzug dieser Maschinen, gegenüber den älteren Balancier-Maschinen besonders betont und daraus die Folgerung gezogen, dass die neuen Constructionen überhaupt die besten wären.

Der Gang der Veränderungen in den Dimensionen wird durch folgende, dem Gjers'schen Aufsatz entnommene Tabelle wesentlich dargethan.

	Dampfcylinder-Durchmesser	Blasecylinder-Durchmesser	Hub	Verhältniss der Klappenflächen zu Kolbenflächen	Tourenzahl	Windmenge
Slate-Gebläse zu Normanby	0,533	1,422	0,914	1 : 4	40	116,1
do. zu Newport .	0,787	2,007	1,422	1 : 5	40	359,6
Neubauten zu Linthorpe . .	0,762	1,676	1,219	1 : 8	40	215,2
do. zu Tesside . . .	0,813	1,829	1,219	1 : 8	40	256,0
do. zu Ardsley . .	0,813	1,829	1,540	1 : 5	40	320,0
do. zu Frodingham .	0,864	1,981	1,219	1 : 7	40	300,0
do. zu Ayresome . .	1,016	2,438	1,219	1 : 5	40	430,0
Maschine Taf. XVIII . . .	1,220	2,540	1,500	1 : 5	40	608,0

Die hier abgebildete Maschine, eine der nach Deutschland importirten ist mithin noch grösser und kräftiger gebaut als die Ayresome-Maschine.

Als Muster kann die Maschine nicht empfohlen werden; sie braucht sehr viel Dampf und könnte, würde Expansion eingerichtet, die programmmässige Tourenzahl noch weniger erreichen als jetzt. Ausserdem baut sie sich trotz der gedrängten Disposition und des kleinen Hubes ziemlich hoch auf (fast 11 m) und verlangt um ruhig zu stehen, die beiden kolossalen Ständer, die namentlich bei der Montage viele Umstände verursachen. Eine Ausgleichung der bewegten Theile kann wie bei allen ähnlichen Maschinen nur durch Belasten des Schwungringes statthaben.

Auf die ungünstigen Verhältnisse der Ventilquerschnitte, welche das starke pfeifende Geräusch und Aufschlagen der Ventile hervorgerufen und auf den vorhandenen schädlichen Raum ist bereits hingewiesen worden (§ 734).

§ 750. Unter den wenigen neueren Repräsentanten der Balancier-Maschinen sind die auf Taf. XIX und XX dargestellten zu beachten, weil sie bemerkenswerthe Eigenschaften haben.

Die auf Taf. XIX dargestellte Maschine, von der Märkischen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft (vormals Kamp & Co.) zu Wetter für die Niederrheinische Hütte auf Duisburg-Hochfeld erbaut, ist eine Woolf'sche Maschine mit 2,650 m Blasecylinder-Durchmesser und 1,430 resp. 0,850 m Dampfcylinder-Durchmesser. Die Kolbenstangenköpfe laufen in starken, sowohl auf den Cylinderdeckeln als an den Trägern der Balancierlager-Etage befestigten Gradführungen und Parallelogramme sind in Folge dessen entbehrlich.

Bei sorgfältiger Bauart, d. h. Fundirung der Cylindersohlplatten, Schwungrad- und Balancierlager arbeitet die Maschine sehr ruhig und sicher; wogegen jedes einseitige Setzen des Fundament-Mauerwerks oder sonst eines Stützpunktes den ruhigen Gang sofort gefährdet und namentlich an einem Vibriren der Treibstange kenntlich ist.

Diese Abhängigkeit der Maschinen-Construktion von der guten Ausführung der erforderlichen Hülfsbauten wird vermieden, wenn alle Stützpunkte des Ganzen durch ein metallenes Gerüst verbunden sind. In dieser Hinsicht bietet das auf Taf. XX dargestellte Balanciergebläse, für Crown point Iron Works in Westpoint erbaut, ein Beispiel, das Schlink selbst (S. 8) als „Muster guter kräftiger Construktion" bezeichnet.

Die Maschine wird durch vier kräftige Säulen gestützt, die das Gesimse für das Balancierlager und die Lagerbühne tragen. Das Gesimse steift sich nach den Cylinderdeckeln zu durch divergirende Streben ab, während auch die Bühne an den Enden durch besondere Stützen mit den Cylinderdeckeln in Verbindung steht. Das Ganze steht auf einer durchgehenden Fundamentplatte von beträchtlicher Höhe (ca. 0,80 m hoch) und bildet eine geschlossene Construktion.

Der Hub des Gebläsecylinders ist kleiner als der des Dampfcylinders,*) doch etwas grösser als der der Kurbel.

2. Kapitel.

Von den Winderhitzern.

§ 751. Der für den Hochofenbetrieb bestimmte Wind wird meistentheils auf höhere Temperatur gebracht, ehe man ihn in die Schmelz-Apparate strömen lässt und es geschieht die Erhitzung in besonderen Vorrichtungen, den Winderhitzern, oder Winderwärmungs-Apparaten. Man bezweckt, da die Winderhitzer fast allein mit Gasen aus dem Hochofen geheizt werden, durch die Anlage der Winderhitzer

*) Die Zahlen der Tafel stimmen nicht genau mit denen der Schlink'schen Angaben überein. Die Taf. XX ist nach dem two-plate engr. des Engineerings gezeichnet, mit Maassstäben versehen und danach dimensionirt worden.

einen Theil der sonst verloren gehenden Heizkraft der Gase dem Hochofenbetrieb wieder zuzuführen und mit dieser Wiederverwendung eine Ersparniss an Brennstoffverbrauch und eine für manche Reaktionen wünschenswerthe Steigerung des pyrometrischen Effektes im Hochofengestell hervorzubringen. Die Entwickelung der Winderhitzer, wie sie in den meisten Hand- und Lehrbüchern geschildert wird (am Kürzesten in des Verfassers Katechismus der allgemeinen Hüttenkunde 1877), zeigt nach einander das Hervortreten bald des einen, bald des anderen Zweckes, unter gleichzeitiger Benutzung der verschiedensten Formen und Dimensionen. Hierbei ist interessant zu bemerken, dass die den allerersten Construktionen zu Grunde liegenden Annahmen über die geeignetste Wärmeüberführung auch bei den besten der heutigen Apparate festgehalten sind und nur eine reichere Auswahl der Formen und Anordnungen diese von jenen unterscheiden.

Das Wesen der Wirksamkeit der einzelnen Systeme ist leider noch nicht der Gegenstand praktischer Versuche gewesen, so dass theoretische Discussionen gar nicht am Platz erscheinen. Sie entbehren in ihren Resultaten aller praktischen Controle; ausserdem gehören die einzelnen Fragen der Wärmeüberführung aus einem Strom einer elastischen Flüssigkeit auf einen Strom einer anderen elastischen Flüssigkeit, besonders für höhere Temperaturen zu den allerschwierigsten Aufgaben der Wärmelehre. Man findet desswegen in den die Theorie behandelnden Werken nur hier und da wenige Andeutungen über diese Verhältnisse und es dürfte geboten sein, vorläufig noch eine Anzahl der besseren Ausführungen einer vergleichenden Beschreibung zu unterwerfen, wobei sich eventuelle Vergleichspunkte von selber ergeben.

§ 752. Wenn indessen im Vorstehenden auf den Mangel einer rein theoretischen Untersuchung der Winderhitzer hingewiesen werden musste, so ist umsomehr einer Arbeit zu gedenken, welche L. Gruner über die Winderhitzer ausgearbeitet hat und welche vervollständigt in seine Metallurgie générale I übergegangen ist (Annales des Mines VII. Serie, 2. 1872).

In dieser Arbeit untersucht Gruner besonders den Einfluss der Reibung und der Oberflächenentwickelung. Ersterer ist bei den reichlich dimensionirten Apparaten der Neuzeit so wenig bedeutend, dass man ihn bei der Construktion vernachlässigen kann. Es kommt demnächst zumeist auf die Oberflächenentwickelung an und danach auf das Heizsystem.

Wenn dasselbe auch ein möglichst rationelles sein muss, so ist doch nicht so viel Gewicht darauf zu legen als manchmal geschieht; hier besonders ist das Wort Gegenstromprincip nicht immer angebracht, weil wegen der oft hohen Temperaturen, die erzielt werden sollen, die Substanzausdehnung der Construktionen einer vollen Ausnutzung des Gegenstromprincipes hinderlich wird. Auch die guten Leistungen vieler Apparate, welche nicht auf dem vollkommensten Gegenstromsystem beruhen, sprechen schon gegen jede grosse praktische Bedeutung desselben und lassen die Bestrebungen, ein in jener Hinsicht vollkommenes Ideal zu erreichen in zweifelhaftem Licht erscheinen.

Es fehlt übrigens auch bis jetzt an allen genaueren Ermittelungen über den Betrieb der verschiedenen Apparate, namentlich rücksichtlich der Wirksamkeit einer und derselben Heizanlage bei verschiedenen Systemen. Man ist noch keineswegs in der Lage sichere Schlüsse zu formuliren, welche bei Constructionen benutzt werden können und begnügt sich damit, eine möglichste Ausbildung der Heizfläche mit Einfachheit, Solidität, Zugänglichkeit zu vereinigen, indem man an den bewährten Construktionen festhält und sie eventuell nur nach gemachten eigenen Erfahrungen nach und nach umändert.

Am Besten ist es auch hier, aus einer Reihe von guten und durch längere Anwendung bewährten Constructionen die wenigen Verhältnisse abzuleiten, welche einigermaassen sicher stehen, solange noch nicht vollständige Versuchsreihen mit einem oder dem anderen Apparat vorliegen.

§ 753. Die Winderhitzer neuerer Construktion zerfallen in zwei Gruppen, die sich durch die Art der Wärmeübertragung, sowohl wie durch das Materielle der Constructionen unterscheiden. Bei der einen Gruppe überträgt sich die Wärme eines Gasstroms auf den innerhalb desselben cirkulirenden Wind durch gusseiserne Wände (der Windleitung), während bei der anderen Gruppe die Wärme zunächst auf feuerfeste Massen und von diesen auf den durchgeleiteten Windstrom übertragen wird.

Die erstere Gruppe, von den eisernen Apparaten gebildet, leistet in der Winderhitzung naturgemäss nur so viel als sich mit der Haltbarkeit des Gusseisens in höheren Temperaturen in Einklang bringen lässt. Die Apparate der zweiten Gruppe hingegen vermögen sehr viel höhere Temperaturen hervorzubringen, wofern nur eben die transmittirenden Massen im richtigen, d. h. möglichst günstigen Verhältniss zum erwärmten Windquantum stehen.

Die Formen der ersten, wie auch der letzten Gruppe haben eine Reihe Wandlungen durchgemacht, wobei das die Heizfähigkeit hauptsächlich beeinflussende Verhältniss zwischen feuerberührter Fläche und eingeschlossener bezw. durchgeleiteter Windmenge nur stete Verbesserung erfuhr und in Folge dessen die erzielten Temperaturen des Windes ebenfalls fortdauernd zunahmen.

Wie weit die bei der Benutzung des heissen Windes in den Hochöfen sich ergebenden Vortheile die grösseren Anlage- und Unterhaltungskosten der leistungsfähigeren energischeren Apparate compensiren,

wird bei der Analyse des Hochofenbetriebes behandelt werden. Es wird sich zeigen, dass über eine gewisse Temperaturgrenze hinaus, die Betriebsersparnisse nicht mehr im gleichen Verhältniss zu der wachsenden Windtemperatur stehen und dass nur Rücksichten auf das Erreichen eines hohen pyrometrischen Effekts im Gestell des Ofens, die Benutzung noch weiter überhitzten Windes rechtfertigen kann.

A. Die eisernen Apparate.

§ 754. Die Winderhitzung in eisernen Apparaten geschah Anfangs nach zweierlei Dispositionen. Einmal wurde der ungetheilte Windstrom durch ein langes hin und her gebogenes Rohr in mehrfacher Wiederholung durch die betreffende Feuerung geleitet. Dann wurde der Windstrom in mehrere Ströme getheilt, bogen- resp. winkelartig über die Flamme der Feuerung hinweggeführt, um nach Wiedervereinigung dieser vielen Einzelströme den heissen Wind auf der anderen Seite abzugeben.

Das für die zuletzt erwähnte Disposition charakteristische Merkmal der Stromtheilung erwies sich als hervorragend günstig für die Entwickelung der Heizfläche und wurde bei den späteren Apparaten überall eingeführt.

Dagegen verursachte die Hebergestalt der Rohre ein rasch eintretendes Verziehen und in Folge davon die Lockerung der Rohrenden in den Muffen der festliegenden Vertheilungs- und Sammelrohre. Auch brannten die über der Flamme liegenden Scheitel der einzelnen Heberrohre rasch durch und verursachten plötzliche Windverluste und Kaltlage des ganzen Apparates, da ein Auswechseln des schadhaften Theils beim Betrieb selbst unmöglich war. Man verwandelte desshalb diese Apparate in die nachher zu beschreibenden Pistolen-Apparate, denen sich später die Apparate mit geraden gekammerten Röhren anschlossen. Die Hängeröhren-Apparate, die Apparate mit verticalen Schlangen, die Lothringer Apparate sind andererseits Entwickelungsformen der mit Stromtheilung versehenen ersten ursprünglichen Disposition.

Andere Apparatformen, wie der Ringröhren-Apparat, von welchem ein amerikanisches Beispiel besprochen werden soll, die Fusskästen-Apparate etc. sind weniger günstig, bezüglich diverser Funktionen und haben desshalb eine geringere Verbreitung gefunden.

§ 755. Der aus dem alten Calder-Apparat hervorgegangene Pistolenrohr-Apparat ist ursprünglich, besonders in Schottland und Nord-England angewandt worden, wo ihn Gruner & Lan sahen und in ihrer klassischen Reisebeschreibung 1861 einer ausführlichen Kritik unterzogen haben (Annales des Mines).

Von da wurde er nach Frankreich, Belgien, Westfalen und dem Niederrhein, sowie nach Ober-Schlesien verpflanzt, wo er dann verschiedene Formänderungen erlebte, von welchen die auf Taf. XXI wiedergegebene Form auf Gleiwitzer Hütte noch heute im Betrieb steht, während in anderen Gegenden der Apparat mit vollkommen geraden gekammerten Röhren an seine Stelle getreten ist.

Wie aus Fig. 2 und 7 der Taf. XXI hervorgeht, besteht der Apparat aus zwei in feuerfesten Steinen eingebetteten auf festen Gewölben liegenden gekammerten Kasten, auf denen mit den kolbenartig gebogenen Enden einander fast berührend die Pistolenrohre stehen. Die Muffenverbindungen sind durch eine Chamotteschicht der Einwirkung der Hitze ebenfalls entzogen. Die Steine, welche die Kasten an den Verticalflächen bedecken, sind hohl und bilden mit einander vierfach über einander liegende Kanalsysteme, durch welche von Aussen die für die Gase in jener Zelle etwa noch erforderliche Verbrennungsluft (das Hauptquantum tritt ja durch den Rost der Hülfsfeuerung) stark vorgewärmt in den Apparat gelangt. Dieser nachträgliche Luftzutritt kann durch Stöpsel an der Aussenwand abgesperrt und dadurch regulirt werden. Die Herstellung der mit seinen Oeffnungen nach der Innenseite zu versehenen Hohlsteine (welche in Ober-Schlesien 1863 zuerst etliche Schwierigkeiten machte) ist heute wo die später zu beschreibenden von Ponsard, Gorman u. A. angegebenen weit complicirteren Hohlsteinformen für Regeneratoren current fabricirt werden, eine einfache Sache.

Die Gase treten in den Zwischenwänden der drei Rostfeuerungen in die Höhe und in jede der drei Feuerräume über einem die Roste überspannenden Gewölbe von 183 mm Dicke, welches im Scheitel zwei Oeffnungen besitzt. Die Summe der Gasaustritte ist im Ganzen 3×6; die Einzelöffnungen betragen 100×150 mm, so dass 0,27 qm Austrittsöffnungen herauskommen. Wäre der Gasdruck an dieser Stelle oder in der Nähe bekannt, so würde man den Gasverbrauch des Apparates ungefähr taxiren und die Heizanlage beurtheilen können. Leider fehlen Gasdruckmessungen an den Consumtionsstellen, auf den meisten Hochofenwerken fast vollständig und willkürliche Annahmen zu machen, um die Rechnungen überhaupt zu ermöglichen, würde zu Nichts führen.

§ 756. Die Wärmeübertragung wird hauptsächlich bewirkt durch den Theil der Oberfläche der Rohre, welche aus der Chamotteverpackung in den freien Raum des Ofens aufragen. Die Fusskasten sind bei dem Entwurf nicht als Heizflächentheile mit zu veranschlagen, da sehr wechselnde Transmissions-

wirkungen hierbei auftreten. Es sind in jedem dieser Apparate (Taf. XXI) 21 Pistolen auf jeder Seite, im Ganzen also 42 Pistolen vorhanden. Lässt man jederseits das mittelste Rohr, welches auf dem quergehenden Scheider des Fusskastens steht, fort (obwohl es praktischer ist, den Scheider zu verlegen), so bleiben nur 40 Rohre übrig. Denkt man sich die Pistolen nach der Mittelebene geradegestreckt, so erhält man ca. 3,6 m lange Rohre.

Die lichte Weite ist in Fig. 2 auf 405 mm angegeben, während nach Fig. 6 der kürzere Durchmesser (innen gemessen) etwa 120 mm ist. Daraus ergibt sich ein Perimeter des Profils der Innenfläche von 2 (405—120) + 60 × 3,1 = 756 mm.

Rechnet man auch den abgerundeten Theil des Rohrendes als geraden, da unzweifelhaft auch ein Theil der in Chamotte und Ziegeln eingebetteten Flächentheile mit zur Heizfläche zu rechnen wäre, so erhält man pro Rohr 3,6 × 0,756 = 2,716 qm Fläche, pro Apparat mithin 108,9—114,3 qm, je nachdem 40 oder 42 Rohre eingebaut werden.

Es bestehen jetzt in Gleiwitz (Wiebmer, Preuss. Zeitschrift 1873. S. 269) vier Apparate:

Zwei Pistolen-Apparate mit je 42 Rohren, wovon der eine gar nicht, der andere als Reserve betrieben wird;

Zwei Hängeröhren-Apparate mit je 24 und 16 Rohren (s. § 764).

Wiebmer berechnet für erstere die nachstehenden Verhältnisse:

Feuerberührte Fläche	138,34 qm;*)
Querschnitt gleichzeitig durchströmter Rohre . . .	0,262 resp. 0,288 qm;
Weglänge des Windes	13,810 m;
Windinhalt der im Feuer befindlichen Leitung . .	12,10 cbm;
Bei 150 cbm pro Minute Wegdauer	4,84 Secunden;
Temperatur	300°

§ 757. Trotz der Nachtheile der Pistolen-Apparate, die Wiebmer betont, — Verminderung der Heizfläche, durch Verstopfen der Zwischenräume mit Gichtstaub und Zinkstaub, oftmalige Reinigung (alle drei Wochen) schwierige Auswechselung eines Rohres — haben sie den Vorzug grösserer Dauer gegenüber den Hängeröhren-Apparaten, besonders bei weitergehender Erhitzung bis 400°.

Die entstehenden Verbiegungen können durch Angiessen von Knaggen zu gegenseitiger Absteifung vermieden werden und etwaige Risse drücken sich durch Eigengewicht zu, während sie bei Hängeröhren durch dasselbe Gewicht weiter geöffnet werden.

Der von Jordan (Atlas de la métallurgie du fer pl. XL. Text S. 64) abgebildete Apparat von Creusot hat nur ca. 120 qm Heizfläche und soll nach der betreffenden Angabe für die Erhitzung eines Windbedarfs bei 20,000 Kilos täglicher Roheisenproduktion ausreichen. Dennoch sind für drei Hochöfen fünf derselben errichtet und geben Wind von 350° an den Düsen gemessen.

Der Pressungsverlust beträgt im Creusot nur 10 mm Quecksilber zwischen Maschine und Düsen-Apparat. Die von Wedding (a. a. O. S. 111) ausgesprochenen Befürchtungen zu starken Reibungen sind hiernach nicht sehr ernst zu nehmen.

§ 758. Wie schon angedeutet, ist die auf Taf. XXII dargestellte, Westfälischer, auch Langen'scher Apparat genannte Vorrichtung aus der Verbindung der Stromtheilung mit dem alten Wasseralfinger-Apparat hervorgegangen und steht jetzt in sehr verbreiteter Anwendung. Sie setzt sich aus mehreren, meist sechs, nebeneinander disponirten mit Horizontalröhren und Kniestücken aufgebauten Schlangen zusammen, in welche der Wind oben (Fig. 3 beim Buchstaben *X*) eintritt, um nach unten strömend, heiss wieder auszutreten. Die Rohre sind oblongen doch kreisförmig abgerundeten Querschnitts und stehen hochkantig. Oft macht man in der unteren Lage nur drei Rohre, die dann mit gegabelten Krümmern in die sechs Rohre der zweiten Lage übergehen.

Die Zahl der Lagen ist nach und nach beträchtlich angewachsen, weil man bei zunehmender Intensität des Betriebes fand, dass die immer reichlicher zur Verfügung stehenden Heizgase weitmehr leisten konnten und ihre Verbrennungsprodukte zu heiss abzogen. Man ist damit allmälig bis zur früheren durchschnittlichen Hochofenhöhe gekommen. Diese schmalen und hohen Apparate gewährten gegenüber der besseren Ausnutzung auch eine in steigendem Verhältniss ungünstige vom Minimum immer weiter sich entfernende wärmestrahlende Aussenfläche und wurden auch in Anlage und Ausführung ganz erheblich kostspieliger. Es schien bei der noch weiteren Steigerung der Betriebsintensität und der damit verbundenen Gasproduktion indicirt, nicht höher zu gehen und lieber zwei Apparate in geeigneter Weise mit einander zu verbinden. Eine solche Combination ist aber nicht nur zwischen gleichen, sondern auch zwischen verschiedenartigen Apparaten denkbar und wird desshalb nicht hier, sondern bei dem Hochofenbetrieb besprochen werden.

*) Die hier berechnete Heizfläche schliesst wahrscheinlich noch die beiden Flächen der Scheidewand jedes Rohres mit ein. Dadurch treten noch über 30 qm zu obigen Werthen hinzu.

Die geraden Rohre des Apparates haben an jedem Ende Muffen und ruhen mit denselben in je einer aus gusseisernen T-stücken und Chamottesteinen hergestellten nicht ganz ein Stein starken Wand (200 mm). Diese beiden Wände und die langen Seitenwände bilden die Hauptheizkammer, während die Krümmer in besonderen Kammern eingeschlossen sind, oft aber auch im Freien liegen. Diese Vorkammern haben wie die Mittelkammer ihre Rostfeuerung und ihre Gaseinströmung (welche bei dem hier abgebildeten Projekt unter dem Roste liegt, aber auch so wie auf Taf. XXIII angeordnet werden kann). Vier Kamine stehen auf dem mittleren, je zwei auf den seitlichen Heizkammern.

§ 759. Man wird gut thun, nur die Oberflächen der geraden Stücke als volle Heizflächen zu rechnen, die Oberflächen der Krümmer dagegen gar nicht oder doch nur theilweise.

Die auf Taf. XXII gezeichneten Rohre sind aussen gemessen 550 mm in dem grösseren Durchmesser, in dem kleineren 150 mm weit und haben mithin einen Querschnittsperimeter von pptr.

$$2 \times (500-100) + 100 \times 3{,}14 = 1{,}145 \text{ m}$$

Die drei weiteren Rohre sind bei gleichem grossen Durchmesser 200 mm breit und deren Perimeter würde sein

$$2 \times (500-200) + 200 \times 3{,}14 = 1{,}214 \text{ m}$$

Da die geraden Stücke zwischen den Muffen 2,870 m lang sind, so ergeben sich für die drei dickeren Rohre der unteren Lage $3 \times 2{,}870 \times 1{,}214$ oder 10,45254 qm; für die sechs gewöhnlichen Rohre der übrigen Lagen $6 \times 2{,}870 \times 1{,}145$ oder 19,7169 qm.

Apparate, wie die ältesten dieser Art mit sieben Lagen, ergeben bereits über $10{,}45 + 6 \times 19{,}72$ oder 128,77 qm leistungsfähigste Heizfläche.

Veranschlagt man dazu jede Krümmeroberfläche auf 1,5 qm, die der untersten getheilten auf 2,2 qm, so erhält man für die sieben Etagen noch

$$3 \times 2{,}2 + 42 \times 1{,}5 \text{ oder } 69{,}6 \text{ qm,}$$

die ihres geringen Effekts wegen etwa auf die Hälfte reducirt, immer noch 35 qm voll wirksamer Heizfläche geben. Der gesammte Apparat in der Anordnung wie in Taf. XXII würde also eine Heizfläche von $128{,}77 + 35 = 163{,}77$ qm entwickeln.

§ 760. Jede neue Doppeletage, die den Apparat nach der Höhe vergrössert (man wird annehmen können, dass der kalte Wind bei derselben Anlage immer von derselben Seite eintritt und desshalb bei der Erhöhung stets Doppellagen in Betracht zu ziehen haben) bringt zwölf Krümmer mit $\frac{12 \times 1{,}5}{2} = 9$ qm reducirter Heizfläche und zwölf gerade Rohre mit $2 \times 19{,}72$ oder 39,44 qm, also zusammen 48,44 qm feuerberührte Fläche hinzu, wobei die Höhe um 1,74 m wächst.

Ueber der ca. 2,5 m über dem Boden liegenden Linie *J-K* der Fig. 3 stellt sich auf je 1,74 m Höhe, die Heizfläche = 48,4 qm, wozu die Heizfläche der unteren Lage mit pptr. 10,5 qm für den Mitteltheil und ca. 1,5 qm für den (Fig. 3 links gezeichneten) geraden Fortsatz und für die Hälfte der (rechts gezeichneten) Krümmer treten.

Die Heizfläche eines solchen Apparates mit den gegebenen Rohrquerschnitten, wird für jede Höhe h (in Metern) sich beziffern auf $12 + \frac{(h-2{,}5)\,48{,}44}{1{,}74}$ qm, so dass für Apparate von 16 m sich eine Fläche von 388 qm berechnen würde. Der Weg des Windes ist auf h ebenfalls bezogen, rund $5{,}5 + \frac{(h-2{,}5)\,10}{1{,}74}$ m was für $h = 16$ etwa 82,5 m ergibt.

§ 761. Bezüglich des Verhaltens der Westfälischen Apparate ist zu bemerken, dass sie dem Durchbiegen und Ausbauchen ausgesetzt sind, sobald die Erhitzung eine zu energische wird und die Temperatur 400° übersteigt. Indessen sind es an einem sehr hohen Apparat immer nur die untersten Etagen, welche dann betroffen werden und zeitweilig das Auskitten der Krümmer und Auswechseln der Rohre verlangen. Es sind dies sehr zeitraubende Operationen und sie fordern stets reichliche Reserve. Man zieht desswegen vielfach vor, die Apparate nicht zu überheizen und sie lieber noch grösser in der Heizfläche anzulegen, als schon erwähnt worden.

Fehland bespricht in seinen Ingenieur-Kalender 1881. S. 118 und 119 die neueren Westfälischen Apparate und führt an, dass sie 2—2,5 qm Heizfläche per Cubikmeter durchgehenden Wind hätten. Ein Apparat dieser Art enthält in neun Lagen 90 Röhren von 120 mm Weite, 420 mm lichter Höhe in 0,78 m Entfernung von Mitte zu Mitte in verticaler und 0,33 in horizontaler Richtung. Die Röhrenlänge, soweit sie dem Feuer direkt ausgesetzt ist, d. h. die geraden Stücke, ist 2,76 m; doch werden die Krümmer auch erhitzt.

Der Hauptunterschied von dem bereits beschriebenen Apparat ist aber der, dass die Rohre in zwei Kammern nebeneinander liegen und dass hier gewissermaassen zwei Apparate aneinander gestossen sind. Die Heizfläche ist dadurch auf ca. 350 qm gestiegen, gegenüber 17 cbm Inhalt in den Röhren.

§ 762. Ein Variante der Westfälischen Wasseralfinger ist der auf Taf. XXIII dargestellte Winderhitzer, System Karcher, auch Lothringer Apparat genannt. Er besteht aus Kammerrohren, die nur auf einer Seite Krümmer haben und dadurch in Betreff eventueller Auswechselung resp. Ausschaltung einen um 50 $/_{00}$ verminderten Arbeitsaufwand nothwendig machen. Allerdings ist die Heizfläche vermindert, weil gewissermaassen zwei Lagen des vorherbeschriebenen Apparates sammt Krümmer zu einem Rohr zusammengepresst sind und je $1^1/_5$—$1^1/_4$ der Heizfläche einbüssen.

Auch verengen sich die einzelnen Rohrkammern etwas, um das Gewicht nicht zu sehr zu steigern und die Montage der obersten Etagen nicht zu lästig zu machen.

Der hier wiedergegebene auf der Niederrheinischen Hütte erbaute und betriebene Apparat hat 7 × 11 Rohre von je 550 mm lichter Höhe des Profils (die Scheidewand mitgerechnet) und 150 mm lichte Breite. Es beziffert sich der Perimeter (die Scheidewand vernachlässigt) auf 2 × (550 — 150) + 150 × 3,14 = 1,071 m. Die dem Feuer ausgesetzte Länge beträgt 2,55 m, so dass die feuerberührte Fläche eines Rohrs 1,071 × 2,55 = 2,73 qm ausmacht.

Der ganze aus 77 Rohren bestehende Apparat würde hiernach eine feuerberührte Fläche von 210,2 qm bei 14,55 m Totalhöhe haben.

Die Construktion des ganzen Apparates, wie die der einzelnen Rohre erhellt aus den Zeichnungen der Taf. XXIV. Besonders aufmerksam zu machen wäre eventuell auf die schuhartigen Ansätze der Rückseite und den geradlinigen Abschluss derselben Seite, um eine grössere Sicherheit im Ein- und Aufbau zu ermöglichen. Auch ist zu erwähnen, dass die Muffen einfach keilförmige Kittfugen dadurch erhalten, dass der Aussenrand dicker ist als die Wand an der Ansatzstelle des Krümmers, so dass der Kitt nicht mit solcher Gewalt eingestemmt zu werden braucht, um dicht zu halten, wie bei parallelflächigen Muffen.

§ 763. Servier in Nancy macht über einen ähnlichen Apparat schon 1873 die nachstehenden Mittheilungen (Bulletin, de la société de l'industrie minérale 1873, p. 817 — danach Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1874. S. 179). Es sind sechs Lagen gekammerter Rohre zu sieben Stück in jeder Lage angeordnet. Die lichten Durchmesser betragen 150 mm und 650 mm; die Rohrlänge misst 2,395 m, die äussere Wandstärke und auch die der Zwischenwand 25 mm. Daraus berechnet sich, da die Rohre mit der Muffe halb, mit dem anderen Ende ganz im Bereich der Feuerungs-Anlage sich befinden, eine exponirte Länge von ca. 2,350 qm.

Die Heizfläche innen gemessen, beträgt hiernach pro Rohr ohne den Boden 2,35 × [2 × (650 — 150) + 150 × 3,14] = 3,457 qm (Servier rechnet nur 3,045 qm heraus). Für 42 Rohre beziffert sich mithin die Heizfläche auf 145,194 qm (Servier hat nur 127,47). Dadurch wird erklärlich, dass ein solcher Apparat einen Hochofen von 30—35 Tons Produktion mit 420° heissem Wind versorgen kann und dass zwei Hochöfen mit drei Apparaten auskommen können.

Die Kosten eines Apparates werden, ohne event. Transportkosten der Materialien auf 12000 Fcs. = 9600 Mark beziffert.

§ 764. Der auf Taf. XXIV*) dargestellte Apparat, dessen Construktion von Wittenauer herrührt (Jordan, Atlas de la métallurgie du fer. S. 67), während Percy sie Levik zuschreibt, hat viel Aufsehen erregt, aber ausser auf Georgs Marienhütte und in Ober-Schlesien keine weitere Verbreitung gefunden.

Die hängenden gekammerten Rohre haben rund 475 mm in Lichten grösseren Durchmesser, 120 mm in Lichten kleineren Durchmesser, daraus ergibt sich ein lichter Querschnittsperimeter von 2 × (475 — 120) + 120 × 3,14 oder 710 + 377 = 1,087 m. Rechnet man die Länge des feuerberührten Stücks auf rund 3 m, so hat jedes Rohr 3,261 qm feuerberührte Fläche. Da nun in jedem Apparat 32 Rohre in acht Systemen liegen, so ergibt sich daraus eine Totalfläche per Apparat von 104,352 qm.**)

Die von Wedding (Eisenhüttenkunde II. Bd. S. 114) abgebildete und beschriebene, angeblich nach ihm benannte Modification des Apparates von Georgs Marienhütte hat nach seiner eigenen Berechnung 1590 qf feuerberührte Fläche, d. h. 186,165 qm bei 16 Rohren von ca. 4 m feuerberührter Länge.

§ 765. Derselbe Apparat, welcher wohl gleichzeitig mit der in Frankreich im August 1867 erfolgten Patentertheilung an Wittenauer, auf Veranlassung Wedding's durch das Königshütter Hütten-Amt elaborirt und erbaut worden zu sein scheint (ob ein Patentgesuch Wittenauer's in Berlin

*) Leider ist der Maassstab dieser Tafel durch ein Versehen halb so gross angegeben als er sein sollte. Der Verfasser bittet desshalb die Maassstäbe der Tafeln XXIII und XXV zu benutzen.

**) Jordan, der denselben Apparat auf den Taf. XLII und XLIII seines Werkes abbildet, gibt 140 qm Oberfläche an. Vielleicht ein Druckfehler! Funk & Wintzer rechnen (in ihrer Arbeit über Georgs Marienhütte die Heizfläche = ca. 1400 qf (à 0,0985 qm, 137,9 qm).

vorgelegen hat, ist nicht bekannt geworden) zeigt gegen den Osnabrücker Apparat einige Abweichungen, die nicht gerade als glücklich bezeichnet werden können. Erstens sind die Trägerrohre verschwunden; an den Sackrohren sind Krümmer angegossen, die sich mit schiefstehenden Flanschen an die Stutzen des Vertheilungsrohrs und des Sammelrohrs beiderseits und an ein grades Verbindungsstück in der Mitte anschliessen.

Diese Zertheilung und der Ersatz der Muffen durch verschraubte, jedenfalls sehr sorgfältig bearbeitete Flanschen liess es vermuthlich vortheilhaft erscheinen, nur zwei Sackrohre hinter einander zu legen, dafür aber eine grössere Anzahl von Gruppen (18 in 2 Kammern) anzubringen. Auch verlängerte man die Sackrohre selber um fast 1 m und machte dadurch die Rohre schwerer.

Beide Umstände, Ersatz der Muffen durch Flanschen, und Verlängerung der Rohre, sind als bedenkliche Veränderungen anzusehen. Wenn man es in Georgs Marienhütte nöthig gefunden hatte, Compensationen zwischen dem Vertheilungsrohr des kalten Windes und dem festliegenden Trägerrohr einzuschalten — wie müssen die Bewegungen gewirkt haben, wo zahlreiche Flanschen die Continuität unterbrechen und 200—300 Verschraubungen sie wieder herstellen sollen?

In Wiebmer's Besprechungen, der für Gleiwitz ebenfalls adoptirten Apparaten wird auch auf die Mängel derselben in eindringlicher Weise aufmerksam gemacht (vergl. § 757).

§ 766. Nach den eigenen Angaben der Georgs Marienhütte in der mehrfach angezogenen Funk & Wintzer'schen Arbeit ist das Princip dieser Construktion gewesen, „das eigentliche Röhrensystem unabhängig von dem Mauerwerk zu stellen, um keine schädliche Wirkung aus der ungleichen Ausdehnung des Mauerwerks und der eisernen Röhren zu haben, wodurch bei den bisherigen Apparaten häufige Undichtigkeiten in den Kittfugen der Röhren entstanden".

Aus einem grossen runden Vertheilungsrohr zweigen sich acht ovale kleinere Rohre ab, gegen die sich acht Trägerrohre, eigentlich aneinander gegossene Krümmersysteme anschliessen, an denen je vier „Sackrohre" (die officielle Benennung in Osnabrück) in den Heizraum herabhängen. Der warme Wind sammelt sich in einem ähnlichen runden Rohr wie das Vertheilungsrohr wieder an und wird der Hochofenleitung zugeführt. Durch eine passende, auf der Hütte eingerichtete Verbindung von Wechselhähnen und Drosselklappen ist es möglich, den Wind zwei Apparaten gleichzeitig oder einem nach dem anderen zuzuführen. Durch die letzte Combination ist es leicht 450—500° zu erreichen, während man sonst mit 300—350° sich begnügte. Es würde möglich sein, durch grössere Anstrengung der Apparate noch mehr zu erreichen, wenn nicht die schon mitgetheilten Erfahrungen das Ueberheizen bei hängenden Rohren noch gefährlicher erscheinen liessen als bei anderen Systemen.

Bei jedem Hochofen sind drei solcher Apparate eingerichtet, nachdem alle Westfälischen Apparate beseitigt worden sind. Bezüglich der Auswechselung wird Folgendes angegeben: Die Sackrohre hängen in einfachen Kittfugen an den Trägerrohren. Die Muffe eines defekten Rohres wird durch Eintreiben eines Keils gesprengt, worauf, ohne das Mauerwerk oder etwas anderes als das Wellblechdach zu demontiren wäre, das Rohr leicht herauszuziehen ist.

Noch ist zu erwähnen, dass auf der Seite des Windeinlasses (Fig. 2 links) kupferne Flanschenstutzen als Compensationen eingeschaltet sind, um alle Bewegungen auszugleichen.

§ 767. Obwohl nach dem Vorstehenden die Hängeröhren-Apparate wohl kaum weiter zu empfehlen sind, haben sich amerikanische Ingenieure der Idee aufs Neue bemächtigt und sie in grösstem Maassstabe zur Ausführung gebracht.

Der schon gelegentlich einzelner Dampfkesselformen genannte Weimer zu Philadelphia hat 1876 einen Winderhitzer mit Hängeröhren bekannt gemacht, welcher aus dem Engineering in verschiedene andere Fachblätter und Berichte übergegangen ist, ohne dass der Maassstab der Kritik an denselben gelegt worden wäre (Dingler's Journal 1877. I. S. 362 und Kerpely's Jahresbericht 1876—77. S. 154).

Es liegen in einem Apparate sechs Heizschlangen nebeneinander, doch durch eine Scheidewand in zwei Gruppen zu Dreien geschieden. In jeder Schlange sind drei U-förmige Rohre von abgeplattetem Querschnitt aufgehängt, welche oben durch 90° Krümmer mit Flanschen verbunden sind, welche geschützt in dem abgeschlossenen Gas-Abzug des Apparates liegen.

Die Rohr-Durchmesser sind auf 100 bezw. 300 mm, die Länge der U-rohre auf 6 m angegeben, eine Dimension, welche die vorher erwähnten Nachtheile des Rohrgewichts bedeutend steigern dürfte. Ueber Erfahrungen mit diesem Apparat wird nicht berichtet.

§ 768. Weit grössere Solidität, wie das schon bei den Pistolenrohren angedeutet worden ist, haben aufrecht gestellte Rohre. Auf Taf. XXV ist zunächst ein Apparat mit aufrechten Hebern abgebildet, den man auch einen aufrechtstehenden Wasseralfinger nennen könnte. Derselbe ist durch eine Zeichnung bekannt geworden, welche von der Hütte Vulcan bei Duisburg 1873 in Wien ausgestellt worden war, jedoch ohne nähere Angabe von Betriebsresultaten. Ein ähnlicher Apparat, von Teiter construirt, hatte auch auf der Hütte Phönix bei Ruhrort zur Zufriedenheit funktionirt.

Die Heizflächenverhältnisse des Apparats vom Vulcan, wie ihn Taf. XXV darstellt, sind folgende. Jedes der 32 U-förmigen Rohre hat einen kreisrunden Querschnitt, von aussen gemessen 210 mm dtr. Rechnet man die Wandstärke gleich 20 mm, so bleiben 170 mm lichte Weite der Rohre und der Umkreis ist 534 mm. Die Axenlänge eines Rohres einschliesslich der Fusskasten und der Krümmermuffen beträgt 10,838 m, so dass die Heizfläche = 0,534 × 10,838 = 5,787 qm ausmacht. Der ganze Apparat weist mithin 32 × 5,787 oder 185,184 qm auf und genügt vollkommen für einen Hochofen. Der kreisrunde Querschnitt ist der Entfaltung der Heizfläche nicht günstig, doch erscheint dieselbe ja im Ganzen ausreichend. Die Haltbarkeit wurde stets gerühmt, doch ist das Auswechseln der Krümmer nach längerem Gebrauch sicher nicht besonders bequem gewesen. Diese Art Apparate sind am Niederrhein durch die Apparate mit geraden Kammerrohren, wie auch durch die Gjers'schen Apparate verdrängt, wenigstens in der weiteren Verbreitung gehindert worden.

§ 769. Die Winderhitzer mit stehenden gekammerten Röhren (Taf. XXVI) sind aus der allmäligen Veränderung der Pistolen-Apparate hervorgegangen und gehören unter die leistungsfähigsten und solidesten eisernen Apparate überhaupt.

Gruner beschreibt dieselben als „Calder-Apparate mit geraden Röhren" und die Pistolen-Apparate als eine Modification derselben, während doch augenscheinlich die geraden Rohre aus der vom Calder-Apparat direkt abgeleiteten Pistolenform entstanden.

Der von Gruner erläuterte Apparat von Bessèges zeigt 36 Röhren auf Fusskästen stehend, mit je 2,80 qm Heizfläche, also im Ganzen 100,80 qm. Da 70 cbm Wind durch den Apparat strömen, so kommen auf jeden Cubikmeter 1,45 qm Fläche und die Erhitzung beläuft sich auf 375°.

Die Rohrdimensionirung zu Bessèges ist 400 mm grösserer, 200 mm kleinerer dtr. Ein anderer Apparat zu Decazeville hat 400 und 80 mm dtr. bei 3,50 m Länge, mithin eine weit entwickeltere Fläche für das halbe Windvolum, wie Gruner bemerkt.

Der Fig. 1—3, Taf. XXVI dargestellte Apparat, dessen Zeichnung der Verfasser der Zuvorkommenheit der Gesellschaft Gutehoffnungshütte verdankt, funktionirt auf mehreren westdeutschen Werken und hat sich eine steigende Verbreitung verschafft, wobei allerdings die Grössenverhältnisse nicht unerheblich gewachsen sind.

In dem Apparat sind vierzig Rohre auf zwei Fusskästen vertheilt aufgestellt. Die äusseren Durchmesser betragen 155 mm und 450 mm, wonach man die inneren auf 110 mm und 400 mm veranschlagen kann. Daraus ergibt sich ein Querschnittsperimeter in Lichten von 2 × (400—110) + 110 × 3,14 oder 0,925 m. Die dem Feuer ausgesetzte Länge ist 4,5 m, so dass jedes Rohr 4,1625 qm feuerberührte Fläche besitzt und der ganze Apparat 166,5 qm.

§ 770. Die Feuerungsanlage ist anders disponirt als bei den bisher betrachteten Apparaten. Das über Hülfsrosten (ausreichend gross, um auch zur direkten Feuerung angewandt werden zu können) entstehende Gasfeuer theilt sich aufwärts ziehend in zwei Ströme und bestreicht in beiden die Innenseiten der Röhrenaufstellung, die eine geschlossene Wand darstellt, da die Rohre auf den Breitseiten Doppelleisten zum Festhalten einer Steindichtung haben.

Die Gase treten also zwischen den Röhren nicht durch, sondern ziehen in die Höhe, auf den Aussenseiten herunter und durch einzelne Füchse in zwei neben den Fusskästen befindliche Canäle die nach unten in einen querliegenden Sammelcanal münden. Der Wind der in den einen Fusskasten aussen eintritt, gelangt durch die Röhren nach der inneren Abtheilung desselben Kastens und geht durch ein nach dem anderen Fusskasten führendes Rohr in dessen äussere Abtheilung, um durch die Heizrohre ebenfalls nach der inneren gelangend, endlich in die Heisswindleitung zu treten.

Durch die Feuer- und Windführung ist hier eine Gegenstromwirkung gebildet, welche eine geringere Anstrengung des Apparats bei relativ starker Leistung bedingt.

§ 771. Ein ähnlicher Apparat ist zu Königshütte in Ober-Schlesien vorhanden, dessen Zeichnungen nicht reproducirt werden konnten, obwohl einige Abweichungen dies wohl verlohnt hätten.

Der Taf. XXVI dargestellte, für ein Luxemburg'sches Hochofenwerk erbaute Apparat zeigt gegen die bis jetzt geschilderten eine erhebliche Vergrösserung aller Verhältnisse, namentlich der Heizfläche. Die in drei Gruppen zu je bezw. 6, 8 und 10 Stück auf jedem Fusskasten stehenden Heizrohre haben 530 und 170 mm äussere, 460 und 110 mm innere Durchmesser. Der Perimeter stellt sich hiernach auf 2 × (460—110) + 110 × 3,14 = 1,045 m. Die feuerberührte Länge auf 4,5 m angenommen, ergeben sich pro Rohr 4,703 qm Feuerfläche oder für den ganzen Apparat 48 × 4,703 = 225,744 qm. Die Luft tritt zunächst (Fig. 5 rechts) aussen in den Fusskasten ein, geht durch die ersten sechs Rohre nach innen, durch die nächsten acht nach aussen und durch die letzten zehn wieder nach innen, um dann entfernt zu werden. Auf der anderen Hälfte findet fast genau derselbe Vorgang statt. Die Feuerführung ist ähnlich, wie bei dem Apparate von Gutehoffnungshütte, nur spielt das Gasfeuer eine grössere Rolle.

§ 772. Auf Taf. XXVII ist ein neueres Exemplar eines Ringrohr-Apparates dargestellt, welches Wedding in seinem nordamerikanischen Reisebericht (Preuss. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1876. S. 426) beschrieben und abgebildet hat.

Derselbe Autor hat in seiner deutschen Bearbeitung der Percy'schen Metallurgie bereits verschiedene Ringröhren-Apparate besprochen gehabt, z. B. den alten Ilsenburger Apparat (S. 116), den Gröditzer Apparat (S. 124), jedesmal aber auf die complicirte Construktion und namentlich auf die Schwierigkeit der Reparaturen aufmerksam gemacht.

Einen Uebelstand hat Wedding dabei zu erwähnen ganz vergessen, nämlich die riesige Entfaltung des Perimeters der Apparate im Gegensatz zum Rauminhalt und ohne weitere Vergrösserung der direkten Heizfläche und die dadurch bewirkten beträchtlichen Pressungsverluste.*)

Auch bei dem hier abgebildeten Apparat, der einige andere nicht uninteressante Eigenthümlichkeiten zeigt, wird derselbe Uebelstand Platz greifen, wenn auch nicht in demselben Maass.

Der ganze Apparat besteht aus vier parallelen Fusskastensystemen, welche der Wind zickzackförmig durchstreichen muss. Auf jedem Fusskasten stehen neun elliptische Ringrohre, von denen die äusseren Rohre ca. 300—400 mm lichten Durchmesser, die inneren ca. 125—200 mm lichten Durchmesser haben. Da man nur die Innenfläche der Aussenrohre als Heizfläche betrachten kann, so erhält man als Perimeter des Querschnitts $2 \times (400-300) + 300 \times 3{,}14$ oder 1,100 m. Die in Betracht kommende Länge beträgt 4,5, so dass jedes Rohr 4,95 qm Heizfläche bietet, der ganze Apparat mit 36 Rohren folglich 162 qm. Einen Windbedarf von 150 cbm würde er auf 300—350^0 erhitzen können.

§ 773. Wenn auch dieser Apparat insofern rationell construirt erscheint, als er die nöthige Heizfläche entwickelt und daneben durch fortgesetzten Contakt der heisseren und kälteren Ströme einen raschen Ausgleich der verschiedenen Wärmegrade vermittelt, so ist er den anderen Apparaten gegenüber doch kaum zu empfehlen, da seine complicirte Construktion und Montage ihn jedenfalls theuer machen und z. B. die erneuerte Abdichtung der Innenseite ohne Demontirung der Aussenrohre fast unmöglich ist.

In der Beschreibung (Kerpely's Jahresbericht 1876—77. S. 156) wird zwar gesagt, dass die Deckelverschlüsse an den Köpfen der Fusskästen den Zugang zu den Dichtungsstellen gestatteten; es ist aber vergessen worden anzugeben, ob das Recept nur auf die erste und letzte Muffe oder etwa auch auf die mittleren Muffen sich bezieht.**)

Die Feuerungsanlage ist so angeordnet, dass die Hochofengase aus einem ausserhalb des Apparats herlaufenden, mit Eisenplatten bedeckten Canal in die Verbrennungsräume gelangen, deren unterer Theil mit einer von acht Schlitzen durchbrochenen eisernen Platte abgedeckt ist (Fig. 1), oberhalb welcher Platte aus den die Apparate tragenden Mauerdämmen jederseits sieben Lufteinlässe eintreten (Fig. 5). Die nunmehr mit Luft vermischten Gase entzünden sich an den Flammen einer hinter einer niederen Feuerbrücke angebrachten kleinen Rostfeuerung und strömen zwischen den Wänden, den Fusskästen und Röhrenreihen in die Höhe. Im Gewölbe befinden sich zwei schmale Kamine.

§ 774. Der leistungsfähigste eiserne Winderhitzer der neueren Zeit ist der von Gjers in Middlesbro' aus den alten englischen Fusskasten-Apparaten herausgearbeitete im dortigen Bezirk, wie auch neuerdings in Deutschland verbreitete Apparat, mit schwach geneigten elliptisch profilirten Schlangenrohren.

Auf Taf. XXVIII ist zunächst der auf Ayresome erbaute Apparat dargestellt, den Gjers bei Gelegenheit der im Engineering 1874, 2. Hälfte, gegebenen Darstellung der Ayresome-Werke beschrieb und welcher daraus in verschiedene andere literarische Produktionen überging.

Denkt man sich den Fusskasten der Pistolen-Apparate quergetheilt und die Rohre in Heber verwandelt, so hat man die allgemeine Disposition des neueren Apparates. Der Wind strömt aus der allgemeinen Leitung (von 1,500 m dtr., Fig. 3, rechts) in die Enden der Fusskästen und durchläuft nach einander sieben Heberrohre, um hocherhitzt an den anderen Enden der Fusskästen in ein mit feuerfester Masse umkleidetes Heisswindrohr zu treten, das noch durch besondere Einmauerung gegen Abkühlung geschützt wird. Auf der einen Seite liegen die Gasbrenner, auf der anderen der Heizrost.

Die lichte Weite der Rohre im grossen Durchmesser, der normal zur Krümmungsebene der ganzen Schlange liegt, beträgt 400 mm, im kleinen 100 mm, so dass der Perimeter $2 \times (400-100) + 3{,}14 \times 100 = 0{,}914$ m beträgt. Im Scheitel, wo die Umbiegung des Windstroms um 180^0 stattfindet, wächst der kleinere Durchmesser auf 200 mm. Rechnet man dies nicht mit, sondern veranschlagt jeden Heber in seiner feuerberührten Länge auf $2 \times 10{,}6 = 9{,}2$ m, so wird seine feuerberührte Fläche $= 8{,}4$ qm und die des ganzen Apparates zu 14 Hebern 117,6 qm. Vier der Art zusammengebaut, wie Fig. 1 u. 2 sie zeigen, mit 470,4 qm Gesammtfläche vermögen die Windmenge eines Clevelander Hochofens von täglich 50 Tons Roheisenproduktion auf 500—600^0 zu erhitzen.

*) Diese Verluste dürfen besonders bei der früher ziemlich allgemeinen knappen Kraftproduktion der älteren Gebläseanlagen recht hervorgetreten sein.

**) Es wird wohl kein Leser obiger Mittheilung bereit sein, in den 200 mm hohen, 200 mm breiten Eckräumen zwischen dem inneren Fusskasten, seinen Muffen und Rohren und dem äusseren Fusskasten entlang zu kriechen und die Dichtungen der inneren Rohre zu revidiren oder gar nachzustemmen.

§ 775. Gruner berechnet in seiner Metallurgie générale den Apparat etwas anders, da er die lichten Weiten zu 440 und 80 mm, die Doppellänge aber zu 9,6 m annimmt, so dass für beide Schlangen 14 × 9,6 × [2 × (440—80) + 80 × 3,14] = 130,52 qm Fläche herauskommen.*)

Ein Apparat zu Newport, den Gruner erwähnt mit 420 mm und 100 mm dtr. mit nur sechs Heberrohren jederseits hat in Folge dessen nur 12 × 9,6 × [2 × (420—100) + 100 × 3,14] = 109,9 qm Heizfläche.

Wie bei den meisten der reichlicher dimensionirten Apparaten der Neuzeit, ergab die Berechnung der Reibungsverluste bei den älteren Gjers'schen Apparaten, wie sie Taf. XXVIII darstellt, so minimale Resultate, dass sie vernachlässigt werden können.

§ 776. In welcher Weise diese Apparate von anderen englischen Construkteuren aufgefasst worden sind, zeigt Taf. XIX, wo ein Apparat, den Howson & Wilson für die North Lonsdale Iron Co. entworfen und ausgeführt haben, nach dem Engineering 1876, Vol. XXII, S. 479 wiedergegeben ist.

Jeder Ofen der dortigen Anlage hat acht Winderhitzer, welche zu je vier in einem Block vereint sind. Die allgemeine Disposition, welche im II. Band noch besprochen werden soll, ist aus den Fig. 1, 2, 3 zu erkennen. Das Rohr für den warmen Wind, liegt zwischen den Apparaten, während die 1,850 m weite Hauptleitung des kalten Windes dahinter herläuft. Von der Gasleitung zweigt sich ebenfalls je ein Strang zwischen die Apparate ab und speist die Feuerungs-Anlagen.

Jeder der acht Apparate eines Ofens hat zwölf Heberrohre von ca. 5,10 m feuerberührter Länge und 400 mm bezw. 100 mm lichtem Durchmesser (in der englischen Beschreibung sind 16 Fuss als Höhe, 16 und 4 Zoll als Durchmesser angegeben). Daraus ergibt sich eine Heizfläche pro Heberrohr von 10,20 × [2 × (400 — 100) + 100 × 3,14] oder 9,323 qm.

In jedem Apparat sind mithin 111,876 qm und in allen zu einem Hochofen gehörigen 895,008 qm Heizfläche disponibel. Die Eisenstärke der Rohre beträgt $1^1/_8$ Zoll englisch, d. h. etwa 29,5 mm und jedes Rohr hat ein Gewicht von 2500 Kilos (46 Centner englisch).

Die Leistung des Apparates wird auf 1000° Fahr. = 537—538° Cels. geschätzt und nach den im Original gemachten Mittheilungen verweilt die Luft in dem Apparat nur 16 Secunden.

Die Gase, die aus einem Rohr zunächst in einen überwölbten Heizcanal gelangen, brechen aus fünf Schlitzen in diesem Gewölbe hervor, finden seitlich zukommende Luftströme und ausserdem die sauerstoffreichen Feuergase des Hülfsrostes, um zu brennen.

§ 777. Einen Winderhitzer nach dem System Gjers hat Gödecke neuerdings für Mathilden-Hütte bei Harzburg erbaut und dabei eine Modification angebracht, welche die Herstellung der Rohre erleichtern soll. Während bei den englischen Originalen, wie sie die Taf. XXVIII und XXIX darstellen, die U-rohre im Ganzen gegossen sind, was immer im Bezug auf gleichmässige Wandstärke, sowie auf Dichtigkeit des Gusses seine Bedenklichkeiten hat, findet man bei dem von Gödecke modificirten Apparat die oberen Enden der U-rohre als besondere Krümmer abgetrennt und mittelst Muffen in Verbindung mit den Schenkeln des U-rohres gebracht.

Wie aus den der wiederholt bewiesenen Gefälligkeit des Construkteurs zu verdankenden Skizzen der Taf. XXXIII und XXXIV hervorgeht, besteht der Apparat aus drei Systemen, von den jedes einzelne durch eine Hochofengasheizung und durch eine Treppenrostheizung nach Belieben oder Erforderniss betrieben werden kann.

In jedem Systeme sind sieben U-röhren, welche aber nicht auf einem quergekammerten Leitungsrohr, sondern auf einzelnen Fusskästen stehen, die ihrerseits durch Ziegellagen von einander getrennt sind. Die Fusskästen und ihre Muffen sind in dem Boden der Heizkammer eingelassen und es besteht dieser aus einem Doppelgewölbe von feuerfesten Steinen, welches rechts und links auf terrassenartigen Massen aufruht. Durch acht Schlitze tritt das Gasfeuer aus dem Feuerraum in den Heizraum, erfüllt die Rohre umspülend, denselben und tritt jederseits in sieben Oeffnungen im Gewölbe heraus, um in den Zwischenwänden der Systeme herunter und nach Essenzügen geführt zu werden. Die Strahlung des dreifachen Gewölbes ist eine sehr starke und ausgiebige.

§ 778. Zwei Apparate genügen, um 150 cbm Wind pro Minute fast rothglühend zu machen, da die Oberflächenverhältnisse die folgenden sind.

Die Rohre haben 430 und 115 mm dtr. und 5 m feuerberührte Länge, so dass die Fläche eines Rohres = 10 × [2 × (430 — 115) + 115 × 3,14] oder 9,91 qm und die Fläche einer Kammer 138,74 qm beträgt. Drei Systeme repräsentiren demnach 316,22 qm Fläche und zwei Apparate 632,44 qm.

Wie aus Taf. XXXIII hervorgeht, liegt das Kaltwindrohr frei, während das Warmwindrohr in einem angebauten Gewölbe untergebracht und gegen Wärmeverluste geschützt ist.

*) Gruner findet allerdings 138,96 qm.

Die Gasheizung besteht aus einem weiten Rohr, das aus dem unterirdischen Gascanal in einen Brenner führt, der an der Mündung durch einen ringförmigen Windkasten verengt wird. In diesen Windkasten gelangt durch acht Rohre von aussen her Luft, welche dann im Windkasten vorgewärmt wird und durch gleichmässig vertheilte Oeffnungen in das Feuer treten kann.

Gegenüber befindet sich ein Treppenrost, welcher sowohl zur Aushülfe, als auch zur selbstständigen Heizung, wenn Gasmangel ist oder sonstige Störungen den Fortgang des Betriebs hindern, gebraucht werden kann. (Weiteres über diese Apparate im Band II.)

§ 779. Die von Wedding erwähnten Apparate (Bericht über das nordamerikanische Eisenhüttenwesen II. S. 25) von denen der eine ohne Weiteres an die Gjers'schen Apparate (welche Wedding Clarence-Apparate nennt) sich anschliesst, der andere eine etwas andere Construktion zeigt, sind auf Hütten des Lehigh-Bezirks in Thätigkeit und sollen sich gut bewähren. Nähere Resultate sind nicht angegeben.

Beide zeigen in der Ausnutzung der Hochofengase eine Verbesserung, indem $^1/_3$—$^3/_8$ der Rohre in einer abgetrennten Heizkammer liegen, in welche die Gase, welche in der ersten grösseren Kammer ihren Dienst geleistet haben, oben eintreten und durch verschiedene Oeffnungen nach zwei in einer Esse sich vereinigenden Canälen gezogen werden.

Einen ähnlichen Vorschlag machte Bell (Journal of the Iron and Steel Institute 1876) unter Anführung einiger Rechnungsresultate, die die Ermittelung der bei Anwendung einer Kammer verloren gehenden Wärme betrafen. Es muss indess hierzu bemerkt werden, dass der vielfach gegebene Rath, nach dem Passiren der Hauptkammer den Gasen noch Luft zuzuführen, keine Erfolge haben kann, weil die zugeführte Luft in der Regel zu kalt ist, um nach Vereinigung mit den ebenfalls schon abgekühlten Gasen noch das Eintreten der Entzündungs- und Brenntemperatur möglich zu machen. Selbst die Gase, wenn sie noch brennend in die kleinere Kammer treten, würden wahrscheinlich durch Luftzutritt ausgelöscht werden. Es muss der zur Verbrennung nothwendige Sauerstoff von Anfang an zugeleitet worden sein und der Anschluss eines zweiten Kammerraumes kann nur den Zweck haben zu einer rationelleren Erwärmung zu gelangen, indem man die Temperatur der abziehenden Gase möglichst erniedrigt.

§ 780. Die sonstige Einrichtung dieser beiden amerikanischen Apparate ist nur da empfehlenswerth, wo Gusswaaren complicirter Gestalt in sehr genauen Abmessungen zu haben sind. Während der eine Apparat von den englischen sich nur dadurch unterscheidet, dass seine Fusskästen doppelte Böden oder Unterlagsplatten mit Wulsten haben, besteht der andere aus geraden Siphons, wie die Apparate Taf. XX, nur mit der Abweichung, dass in jeder Kammer des Rohres noch eine den Strom theilende (an dieser Stelle vollkommen unnütze, die Reibungs- nicht aber die Heizfläche vergrössernde) Scheidewand eingegossen ist.

Dann stehen die Rohre im unteren Ende in zwei kurze Schenkel sich verzweigend, auf Fusskästen (ebenfalls mit Doppelboden oder Unterlagsrahmen) und ihre grösseren Axen fallen mit der Axe der Fusskastenreihen zusammen, deren drei nebeneinander herlaufen.

Ein Apparat dieser Art hat zwölf Rohre in der ersten, sechs in der anderen Heizkammer; — jedes Rohr 650 mm und 200 mm gross bei 5,25 m feuerberührter Länge.

Die Heizfläche beträgt hiernach $12 \times 5{,}25 \times [2\,(650 - 200) + 200 \times 3{,}14]$ oder 96,26 qm bei zwei Gaseinströmungen von je 0,350 m ungefähr.

Der andere Apparat, die Modification des Gjers'schen, hat 16 Heberrohre von 450×125 mm Querschnitt und ca. 4,5 m Höhe. Es berechnet sich hieraus die Heizfläche auf $2 \times 16 \times 4{,}5 \times [2\,(450 - 125) + 125 \times 3{,}14]$ oder 150 qm, während die zwei Gaseinströmungen je 0,220 m dtr. haben.

Es ist keinerlei Angabe vorhanden, wie sich die einzelnen Apparate bei der Winderhitzung eines Hochofens stellen.

§ 781. Eine eigenthümliche Combination zweier Gjers'schen Apparate hat Crossley für die Askam Iron works im Furness-Bezirk entworfen. Sie ist beschrieben und abgebildet im Engineer, Bd. 40 (1875 2. Hälfte) S. 423 und 425.

Die beiden Heizkammern stehen auf einander und ist diese in mancher Hinsicht bedenklich erscheinende Construktion von dem Erbauer gewählt worden, weil er hoffte:

1. einen guten Zug durch die dadurch implicirte Steigerung der Höhen zu bekommen;
2. mittelst des Gewölbes des unteren Apparates eine gleichmässige Vertheilung der Feuerzone zu bewirken (of arranging the arch so, as to property distribute the zone of combustion).

In der oberen Kammer stehen zehn der Gjers'schen Rohre, während in der unteren Kammer deren zwölf Rohre sich befinden. Die Disposition ist die mit einzelnen Fusskästen, nicht einem Fusskastenrohr für jede Reihe. Die Abmessungen, über welche der Text Nichts mittheilt, sind nach dem Maassstab der Abbildungen ungefähr 400 und 100 mm dtr. bei ca. 4,6 m feuerberührter Länge der Heber.

Rechnet man den Perimeter $= 2 \times (400-100) + 100 \times 3{,}14$ oder 0,914 m, so erhält man als Totalheizfläche $9 \times 22 \times 0{,}914$ oder rund 181 qm.

Der Durchmesser des Gaszuführungsrohres ist 500 mm, während bei den Apparaten Taf. XXVIII, XXXIII und XXXIV eine Gaszuleitung von 500 mm auf 14 Heberrohre, bei dem Apparat Taf. XXIX dagegen ein kastenartiges Rohr von 300×700 mm als Zuleitung dient, welches einer cylindrischen Leitung von etwa 515 mm entspricht.

Wenn man annehmen will, dass der Gasdruck der gleiche ist, so würden die consumirten Gasmengen in allen vier Apparaten dieselben sein, die resp. Heizflächen sich aber ungefähr wie 14 : 14 : 14 : 22 verhalten. Die Angabe Crossley's, dass ca. $40/_{00}$ Gasheizung bei seinen Apparaten erspart würden, erscheint desshalb nicht zweifelhaft, besonders wenn man die weitere Angabe berücksichtigt, dass der Wind bei seinem Austritt aus der oberen Heizkammer bereits 260⁰ heiss ist. Die Erhitzung in der unteren Heizkammer vermag dann bis 620⁰ getrieben werden.

§ 782. Ehe zur Betrachtung einiger allgemeinen Verhältnisse der Heizapparate — Feuerungs-Anlage, Herstellung der Heizröhren etc. übergegangen wird, mag noch auf einen Apparat aufmerksam gemacht werden, der ein durchaus anderes Princip der Wärmeübertragung benutzt.

Der Apparat von Kintzelé (cf. Note sur le chauffage à haute température de l'air comprimé etc. au moyen de l'appareil J. B. Kintzelé — Charleroi (o. J.) — Delacre) ist ähnlich construirt, wie die Luftheizungs-Apparate für Wohn- und Fabrikgebäude, d. h. die Feuergase ziehen in einer grossen Anzahl metallener Rohre durch eine Kammer, welche die Gebläseluft passiren muss.

Diese Kammer wird durch Scheider, die abwechselnd oben und unten an Boden und Decke des Apparates anstossen, so getheilt, dass die Gebläseluft an zwei Reihen Heizröhren herauf, an drei Reihen herab, an drei Reihen herauf, an drei Reihen herab, an drei Reihen nochmals herauf, endlich an fünf Reihen herabziehen muss, während in jeder Reihe zehn Rohre nebeneinander stehen.

Von diesen 19 Rohrreihen stehen die der vorigen Aufzählung nach letzten fünf über zwei Feuerungen, dann die vorletzten sechs Reihen wieder auf zwei anderen Feuerungs-Anlagen, während die ersten zwei Reihen, auf die der in die Kammer tretende Wind stösst, und an denen er in die Höhe muss, die abgekühlten Feuergase abwärts nach einem Essencanal führen.

Die Gesammtheizfläche ist sehr bedeutend, da jedes Rohr aussen 240 mm weit und in dem windberührten Theil 5,35 m lang ist, die Oberfläche mithin $0{,}24 \times 3{,}14 \times 5{,}35 = 2{,}42$ qm beträgt; daraus resultiren $190 \times 2{,}42 = 459{,}8$ qm.*)

Nach den Behauptungen Kintzelés gebraucht ein Hochofen, welcher 90—100 Tonnen weissen Roheisens in 24 Stunden producirt:

2	Apparate	Kintzelé	mit zusammen	900 qm
3	„	Clarence	„ „	720 „
4	„	Whitwell	„ „	2000 „

um die Luft bezw. auf 600⁰, 500⁰ und 700⁰ zu erhitzen.

Die Vorzüge, welche in der Brochüre weiter geltend gemacht, sind nicht discutirbar, da keine praktischen Resultate vorliegen, welche die gerühmten Eigenschaften bestätigt, oder verneint hätten.

Nur auf einen Umstand mag hingewiesen werden, den Druckverlust der Heizrohr-Apparate, den Kintzelé mit $8-10/_{00}$ wohl zu hoch beziffert; wenigstens ergeben die wiederholt erwähnten Rechnungen Gruner's durchaus nicht so hohe Werthe für den Einfluss der Apparate selbst.

Für das Studium der Winderhitzer ist die Brochüre von Kintzelé immerhin ein interessanter Beitrag, da sie den einzigen Vorschlag ertheilt, aus der Heizkammer die Windkammer und aus den Windleitungsröhren Feuerrohre zu machen.

§ 783. Aus dem bisher Vorgetragenen erhellt zur Genüge, dass ein bestimmtes auf genaues Studium der vorhandenen und betriebenen eisernen Apparate gegründetes Construktionsgesetz noch nicht vorhanden ist.

Es muss hier constatirt werden, dass um ein Solches aufzustellen eine Reihe von Untersuchungen nothwendig sind, die an den im regelrechten und fortgesetzten Betrieb befindlichen Winderhitzern anzustellen sein würden und sich einerseits auf das Studium der Feuerungs-Anlage, andrerseits auf das Studium der Winderwärmung und der dieselbe begleitenden Pressungsschwankungen zu erstrecken hätten.

Die vielfach bezeichneten Fortschritte in der Grösse und in der Combination der Apparate beweisen aber dennoch, dass man auch ohne die Resultate solcher Untersuchungen die empfindlichen Stellen der ganzen Frage herausfühlt, sobald man erst eine Reihe verschiedener Constructionen zu betreiben Gelegenheit hatte.

*) Der Verfasser berechnet rund 450 qm in seiner Brochüre.

So ist man nach und nach von kreisrunden Rohrquerschnitten zu elliptischen übergegangen, um die Heizfläche zu vergrössern und in einzelnen Fällen eine grössere Haltbarkeit hervorzubringen. Man hat ebenso fortschreitend nach und nach innere Querschnittsperimeter (auf die Heizfläche bezogen) von 1 m und darüber erreicht.

Das Kammern der Rohre (§ 780) theilt den Strom und bringt entsprechende Pressungsverluste, ohne die Heizfläche zu vergrössern. Doch halten sich bei den jetzt üblichen Dimensionen die Pressungsverluste in befriedigenden Grenzen;*) ganz lassen sie sich ohne Schädigung des Heizeffektes überhaupt nicht vermeiden.

§ 784. Die Länge der Rohre wird in erster Linie durch ihre Lage im Apparat bestimmt. Während Horizontalrohre eine Länge von 2,75—2,80 nicht überschreiten dürfen, ohne die Gefahr des Durchbiegens dringend zu machen, steht Nichts im Wege, hängende Rohre bis 4 m und noch länger zu construiren, stehende Rohre dagegen 5—7 m lang zu wählen. Man könnte in letzterem Fall sogar noch weiter gehen, wenn nicht die zunehmende Schwere der Stücke schliesslich das Montiren und Demontiren des Apparates sehr unbequem, das Auswechseln einzelner Theile dagegen fast unmöglich machen würde. Schon bei 5—6 m Länge erreicht das Gewicht der Heberrohre in den Gjers'schen Apparaten 2500—3000 Kilos und die amerikanischen Apparate werden bei derselben Wandstärke wie die englischen wohl noch höhere Gewichte ergeben.

Die Wandstärke schwankt im Allgemeinen bei den neueren Apparaten zwischen 20 und 30 mm. Wo bei den westfälischen Apparaten mit liegenden Rohren eine grosse Zahl sehr ungleich erwärmter Rohrlagen vorhanden sind, gibt man den Rohren der untersten Etagen eine grössere Wandstärke als denen der mittleren und oberen Lagen. Eine Abnahme um 5 mm ist ausreichend um drei verschiedene Sorten Rohre herzustellen. Man darf aber dabei nicht vergessen, dass nicht allein durch Verstärken des Kerns bei gleichbleibenden Modell eine derartige Modification ausgeführt werden sollte, sondern, dass man dreier Modelle bedarf, bei gleichen Kerndimensionen. Nur die Rücksicht auf die Modellkosten und die Dichtung der Muffen kann zur Benutzung desselben Modells, aber verschiedener Kernschablonen führen.

Gekammerte und aufrechtstehende Rohre können schwächer gehalten werden als liegende Rohre, auch als stehende Heberrohre aus einem Stück; doch richtet sich die Abschwächung ganz nach der gewünschten Temperatur des Windes. Während ältere Apparate z. B. die Pistolen-Apparate Dulait-Erbreich Taf. XXI mit 12—15 mm Wandstärke hergestellt und betrieben werden konnten — ist man allmälig auf die oben genannten Dimensionen von 20, 25 und 30 mm übergegangen und hat auch in einzelnen Fällen z. B. auf Clarence Works, in Eston u. a. a. O. des Bezirks von Middlesbrough Wandstärken von 40—50 mm hinsichtlich der Haltbarkeit der Rohre und ihrer bequemeren Herstellung für erspriesslich gehalten.

§ 785. Die Herstellung der Rohre hat mit einer gewissen Sorgfalt zu geschehen, da das Material in verschiedener Weise beansprucht wird und sich während des Gebrauchs in vielen Eigenschaften allmälig ändert.

An und für sich sind Gusseisenrohre niemals luftdicht und lassen schon bei $^1/_2$ Atmosphäre innerem Druck Luft in zahllosen feinen Bläschen austreten. Das geschieht bereits bei schwachen Wandstärken und dadurch begünstigter feinkörniger Textur. Sobald die Wandstärke wächst und über 15 mm beträgt, wird bei Anwendung desselben Gussmaterials das Korn gröber und der Luftdurchlass beträchtlicher. Es muss mithin bei den Stärken, die dem Heizrohre für Winderhitzer gegeben zu werden pflegen, auf feinkörniges, selbst etwas grelles Roheisen oder die entsprechende Mischung gesehen werden.

Dabei ist aber nicht ausser Acht zu lassen, dass jedes umfeste Eisen zu vermeiden ist und dass man jedes Material auszuscheiden hat, welches Neigung zum raschen Erstarren und zur Annahme von Spannungen besitzt.

Es besitzt gewöhnlich nicht ausreichende Solidität, um die Molecularbewegungen während des Erhitzens, Abkühlens und Schwankens der Temperatur ohne jede Einbusse auszuhalten.

Jedes Roheisen, in Gussformen erstarrt, besitzt schon, nach Maassgabe der mehr oder minder complicirten Gestaltung interne Spannungen, welche in ihrer zerstörenden Wirksamkeit nur durch einen gewissen Festigkeitsgrad des Materials gehemmt werden können. Es ist absolut unmöglich, das Auftreten derselben vollkommen zu hindern; man kann aber durch Wahl eines festen, dabei feinkörnigen grauen Roheisens (eventuell mit gutem Brucheisen und Holzkohleneisen gemischt) dann durch heisses Giessen (allerdings nach kurzem Stehenlassen und Abschäumen in der Giesspfanne) und langsamen Abkühlen in getrockneten und gewärmten Formen einen Guss von zufriedenstellender Beschaffenheit erzielen.

Bei der Construktion der Apparate ist auch Alles zu vermeiden, was Spannungen begünstigt; alle schroffen Uebergänge in der Wandprofilirung, in der Massenvertheilung sind schädlich. Je gleich-

*) Die von Gruner (métallurgie générale t. I. ch. 2. III) angestellten Rechnungen ergaben z. B. für einen der älteren westfälischen Apparate 0,0014 m Verlust bei einer Anfangspressung von 0,2 m, also kaum $1^1/_2$ ‰. Wenn der oftmals beobachtete Verlust grösser ist, so liegt dies nicht an der Rohrdimensionirung, sondern an der Undichtheit eines mit zahlreichen Kittfugen versehenen Apparates. Auf die weiteren Rechnungen Gruner's in dieser Hinsicht einzugehen, ist desshalb nicht nöthig.

mässiger in allen Zonen eines Stückes das Verhältniss von Oberfläche und Masse ist, desto rationeller ist die Construktion eines Heizrohres.

Aus allen diesen Gründen vermögen nur guteingerichtete grössere Giessereien Heizrohre in der gewünschten Beschaffenheit herzustellen.

§ 786. In Betreff der Anordnung der Heizung ist Nachstehendes zu bemerken.*) Die üblichen Winderhitzungs-Apparate zeigen nur in vereinzelten Fällen eine rationelle Luft- und Feuerführung. Am Besten sind vom theoretischen Standpunkte aus die westfälischen Apparate, denen sich die nach ähnlicher Disposition angeordneten Heber-Apparate an die Seite stellen lassen, besonders, wenn, wie dies bei der Beschreibung des Apparates der Hütte Vulcan angedeutet würde, gemauerte Scheider zwischen dem Schenkeln der einzelnen Heber aufsteigen.

Der strengen Durchführung des Gegenstromprincips stellt sich ein von diesem bedingter Umstand entgegen: die gleichmässige starke Abnutzung sämmtlicher Rohre am heissen Ende. Die Wirkung daran lässt sich nur dadurch aufheben, dass man das Rohr (wie jede einzelne Schlange des Wasseralfinger-Apparates) aus einzelnen Stücken construirt, so dass nur die eventuell abgenutzten Theile ausgewechselt zu werden brauchen.

Bei der Anwendung stehender Rohre würde das vollkommene Gegenstromprincip sehr ungleichförmige Ausdehnungen an den Schenkelenden hervorbringen und eine Lockerung in den Fusskasten resp. ein Verschieben der Letzteren verursachen.

Bei den Gjers'schen Apparaten, wie auch bei den aufrechtstehenden Kammerrohren sind die von dem erhitzten Wind zuletzt passirten Rohre, also ein ansehnlicher Theil der Gesammtzahl, bei hoher innerer Temperatur der ersten Hitze ausgesetzt, doch sind hier die gekrümmten Schmalseiten dem Feuer zugekehrt und dadurch eine Ausgleichung der lokalen Ueberhitzung leichter möglich.

Die Kammertheilung und die Combination zweier Apparate ist eigentlich die beste Ausführung des Gegenstromprincips, d. h. eine Art von Vorwärmung, weil dabei der Apparat in einzelne Gruppen gleicher Erhitzung (wie übrigens bei den westfälischen Apparaten jede Etage für sich) zerlegt wird.

§ 787. Da die genauere Kenntniss resp. Ermittelungen der Heizungsbedingungen von den § 783 angedeuteten Versuchen, die noch fehlen, abhängen, so kann eine theoretische Behandlung der Winderwärmungs-Apparate jetzt zu Nichts führen. Ausserdem sind die Transmissions-Coefficienten für die bezüglichen in den hohen Temperaturen stets etwas veränderten Construktions-Materialien äusserst schwierig zu bestimmen und die von Peclet u. A. ermittelten Coefficienten unbrauchbar, da sie für ganz andere Bedingungen gefunden worden sind.

Nach der Gruner'schen Arbeit sind pro Windcubikmeter in der Minute

0,5 — 0,6	qm	Heizfläche	für	Temperaturen	von	90—180°
1,0 — 1,5	„	„	„	„	„	300°
3,0 — 4,0	„	„	„	„	„	400—500°
5,0 u. mehr	„	„	„	„	„	550—600°

anzuordnen.

Fehland (Kalender 1882. S. 132) gibt bei C Tonnen Cokesverbrauch in 24 Stunden und einer Windtemperatur von T Graden eine Innenheizfläche

$$S = \frac{C\,T}{65}$$

Für gute Gase reicht $\frac{C\,T}{75}$ aus, während man bei schlechtem Gase z. B. in Oberschlesien bis zu $S = \frac{C\,T}{35}$ gehen muss.

Andere empirische Formeln sind nicht aufgestellt worden.

Noch ist bezüglich der Windgeschwindigkeit anzuführen, dass die kalte Luft nicht rascher als mit 10 m Secundengeschwindigkeit bei einer darauffolgenden Erhitzung von 300° eintreten soll. Bei einer Erwärmung von 500—600° soll die Luftgeschwindigkeit 5—6 m nicht übersteigen.

§ 788. Die Feuerungs-Anlagen der eisernen Winderhitzer sind fast ausnahmslos Gasfeuerungen mit Hülfsrosten, um das Entzünden der Gase zu erleichtern und eventuell auch im Fall nicht genügender Quantitäten an Gasen mit festem Brennstoff nachfeuern zu können.

In welcher Menge die Gase bei der Winderhitzung nach einem bestimmten System nothwendig werden, ist nicht zu bestimmen, da man über den Gasdruck in den Leitungen zu den Apparaten wenig Daten besitzt und in dieser Hinsicht gerade die § 783 genannten Versuche sehr viel Aufklärung zu bringen haben. Vielleicht geben diese Erörterungen Veranlassung dazu.

Die äussere Gestaltung der Gaszuführungen, der Vertheilung und der Brenner sammt Luftzuführungen ist von der einfachen und nicht sehr vortheilhaften Disposition der Taf. XXI, wo die Gase

*) Die hier gegebenen Andeutungen verdankt der Verfasser z. Th. dem Herrn Prof. Lüders in Aachen.

zu beiden Seiten der Rostfeuerung einströmen, allmälig zu besseren Anordnungen übergegangen. Die Zuleitung Taf. XXII unter dem Roste, welche in Redenhütte angeordnet gewesen war und ganz gut funktionirte, machte bei den neueren westfälischen Apparaten der Brennerconstruktion Platz, wie sie die Taf. XXIII—XXVI zeigen.*) Die Gase werden in mehreren nebeneinander befindlichen flachen Kästen über dem Stochfeuerrost ausströmen gelassen, manchesmal zur Seite, meist wohl in der Richtung der Roststäbe; vielfach gibt man dem Kasten eine Neigung um bequemer zu den Feuerthüren zu gelangen (Taf. XXVI).

Als Material wählt man in der Regel starkes Blech zu den Gaszuleitungen; höchstens die letzten vor der Ausströmungsöffnung befindlichen Theile macht man aus Gusseisen, weil dasselbe der Erhitzung bezüglich des Werfens und Biegens grösseren Widerstand leistet als das sich stärker dehnende Schmiedeeisen. Lokale Rücksichten (eigener Giessereibetrieb oder eigene Kesselschmiede) spielen hierbei auch mit und bedingen auch vielfach die Wahl der Wandstärken, obwohl hier eine gewisse Solidität stets vortheilhaft ist und man nicht so sehr sparen sollte.

Einen ganz anderen Brenner wandte Gjers bei seinem Apparat an, Taf. XXVIII. In ein geräumiges Gasbrennerrohr treten durch den äusseren Deckel mehrere, gewöhnlich vier Lufteinströmungsrohre, die etwas vor der Ausmündung des Brennerrohrs endigen, so dass gleich nach der Mischung mit Luft das Brennen beginnt. Diese auch für Kesselfeuerung mit Gas auf Ayresome u. a. a. O. betriebene Brennereinrichtung gestattet durch eine durchbohrte Drehscheibe auf dem Rohrdeckel ein Reguliren des Luftzuges.

Howson & Wilson haben bei dem Apparat Taf. XXIX vorgezogen, die Gase zuerst in eine Kammer einströmen zu lassen und von da aus durch Schlitze zu vertheilen. Jedem dieser Schlitze entspricht eine seitliche Luftzuführung, während eine andere Portion Luft durch den Rost die Verbrennung vervollständigt.

Gödecke hat bei dem Apparat Taf. XXXIII und XXXIV eine ähnliche Construktion angewandt wie Gjers. In demselben geräumigen Brennerrohre sind acht dünne Rohre kreisförmig angeordnet, welche vom äusseren Deckel her Luftstrahlen nach einer die Ausmündung des Rohres umgebenden ringartigen Luftkammer führen. Die daselbst vorgeheizte Luft strömt zwischen den Rohren in den Gasstrom und bewirkt sofort eine gute Mischung und Verbrennung. Durch den Rost wird auch noch nach Bedürfniss Luft zugeleitet.

B. Die steinernen Apparate.

§ 789. Das von Siemens herrührende System der „Regeneration" der Wärme, d. h. die Aufspeicherung der Abhitze in indifferenten Massen zur späteren Vorwärmung der gasförmigen Bestandtheile des Verbrennungsprocesses ist bereits vor zwanzig Jahren durch Cowper auf die Erwärmung der Gebläseluft angewendet worden, hat aber erst seit zehn Jahren eine grössere Verbreitung erlangt, als Whitwell eine andere Ausführung desselben Princips in Vorschlag gebracht hatte.

Die Entwickelungsgeschichte dieser Apparate kann hier übergangen werden; nur der Umstand ist hervorzuheben, dass beide Apparate sich schliesslich in der Construktion weit mehr genähert haben, als sich Anfangs vorhersehen liess.

Der ursprüngliche Cowper-Apparat bestand aus einer mit feuerfesten Steinen lose ausgesetzten Heizkammer, deren Wände naturgemäss ebenfalls feuerfester Construktion waren. Diese Kammer wurde durch die Hochofengase, die in einem centralen Canal mit Luft gemischt emporströmten und dann durch die Intervalle der Steine herunterzogen, geheizt. Der Wind trat in umgekehrter Richtung durch den Apparat und erhitzte sich sehr rasch, weil das Gegenstromsystem hier ziemlich vollkommen verwirklicht war.

Da die Winderwärmung continuirlich, die Heizung und Wärmeabgabe der Cowper-Apparate discontinuirlich sein mussten, so sind von Anfang an mindestens zwei Apparate nothwendig gewesen, um eine und dieselbe Arbeit anhaltend auszuführen.

Während einer der Apparate Wärme aufnimmt, gibt der andere Apparat Wärme ab. Bei dieser Disposition ist man aber nicht stehen geblieben, sondern hat drei Apparate für einen, fünf für zwei, sieben für drei Hochöfen etc. angeordnet, um nicht nöthig zu haben, die Apparate so sehr anzustrengen und um auch die Umsteuerung der verschiedenen einzelnen Apparate nicht immer auf denselben Zeitpunkt verlegen zu müssen. Es wird darauf noch hinzuweisen sein.

§ 790. Der Vorgang im Innern des Apparats entspricht vollkommen dem Vorgang in den Kammern der gewöhnlichen Siemens-Oefen (Band III). Hier wie dort wird die Wärme der Heizanlage auf eine gewisse Masse feuerfester Steine übertragen, welche sie wiederum an die zu erwärmende elastische Flüssigkeit abgeben. Bei den Siemens-Oefen ist es die Ueberhitze des Ofens, welche so

*) Aehnlich doch besser vertheilt, ist die Gasführung bei dem Taf. XXVII dargestellten Ringröhren-Apparat.

ausgenutzt wird; bei den Winderhitzern ist es das disponible Hochofengas resp. das Gas besonderer Heizanlagen, im Fall das Hochofengas nicht ausreichen sollte.

Die Erwärmung des Windes in solchen Apparaten hängt natürlich von dem Verhältniss zwischen der Masse erhitzter Steine und der Masse des während einer Winderhitzungsperiode durch den Apparat geleiteten Gebläseluft ab. Da die Wärmecapacitäten der heissen Steine und der atmosphärischen Luft fast gleiche sind, so verhalten sich die durchschnittlichen Temperaturabnahmen der Steine und Temperaturzunahmen der Luft umgekehrt wie die resp. Gewichtsmengen und man hat es in der Hand, mittelst einer sehr geringen durchschnittlichen Abkühlung der Steine, eine 10—15 fache Temperatursteigerung der Luft hervorzubringen.

Gruner (Métallurgie générale T. I, 2. Kapitel III. I. 2) hat bereits bei den älteren Cowper-Apparaten (von 8 m Höhe und 7,9 m dtr.) ohne Hinzurechnung der Umfassungswand ca. 134 cbm feuerfestes Mauerwerk berechnet oder bei 1800 Kilos pro Cubikmeter 241000 Kilos Steine.

Hat man die Absicht, mit dieser Steinmasse die Gebläseluft auf 800° zu erhitzen und nimmt man an, dass alle Stunden umgeschaltet wird, und dass pro Minute 180 cbm oder 180 × 1,3 = 234,0 Kilos Luft, pro Stunde mithin 14040 Kilos durch den Apparat gehen sollen, so wird die Gleichung aufzustellen sein:

$$241000 \times 0{,}23 \times t^0 = 14040 \times 0{,}239 \times (800^0 - 15^0)$$

worin t^0 die Abkühlung der Steine bei einer Erhitzung der Luft von 15° auf 800° bedeuten.

Danach beträgt t^0

$$\frac{14040 \times 0{,}239 \times 785}{241000 \times 0{,}23} \text{ oder } 51^{0}\text{*)}$$

Diese Rechnung ist insofern nicht ganz correkt, als die Luft am Eintritt den Apparat etwa 15—20°, am Austritt 800° warm ist, ihre für die vorstehende Ermittelung der Abkühlung des Apparates massgebende mittlere Temperatur mithin kaum 400° beträgt.

Führt man diese Ziffer ein, so ermässigt sich die mittlere Abkühlung auf 25°, ein Werth, der so aufzufassen ist, dass am Eintritt des Windes oder an irgend einer anderen Stelle, wo das Wärmegefälle, d. h. der Temperaturunterschied zwischen Steinen und Windstrom am Grössten ist, auch die grösste Abkühlung stattfindet, während an anderen Stellen die Abkühlung ein Minimum darstellt.

§ 791. Der eben geschilderte Vorgang wird praktisch complicirt durch verschiedene Verhältnisse, welche zwar lästig empfunden werden, deren Aufklärung indessen noch selten versucht worden ist. Ein solches Verhältniss ist das zwischen der Zeitdauer des Heizens der Steine und ihrer Abkühlung durch die betreffenden Windströme.

Das Heizen der Steine durch die brennenden Hochofengase erfordert die $1^1/_2$fache bis 4fache Zeit, die nöthig ist, um der nachher durchgeleiteten Windmenge die empfangene Hitze zuzuführen.

Die eben erwähnte Schwankung in dem Verhältniss der längeren Dauer wird hervorgebracht durch die mehr oder minder günstige Heizflächenentwickelung in den verschiedenen Construktionen solcher steinernen Apparate; der Unterschied in der Zeit der Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe liegt aber tiefer und beruht wahrscheinlich auf dem bei beiden Vorgängen verschiedenen „Wärmegefälle".

Nimmt man nach der früheren Rechnung eine durchschnittliche Temperaturerniedrigung der Steine von 51° an, so ist ihre Durchschnitts-Temperatur von 851° auf 800° der Durchschnitts-Temperatur des austretenden Windes gesunken.

Nun treten Gase ein, bestehend z. B. aus 30 CO, 15 CO_2, 65 N, welche durch ihre Verbrennung einen Effekt von 720 c pro Kilo und dabei nachstehendes Gasquantum produciren:

$$\begin{aligned} 0{,}47 + 0{,}15 &= 0{,}62\ CO_2 \\ 0{,}65 + 0{,}51 &= 1{,}16\ N \\ \hline &\ \ \ 1{,}79\ CO_2 + N. \end{aligned}$$

Die Temperatur des Gasgemisches ist hiernach

$$\frac{720}{0{,}2164 \times 0{,}62 + 0{,}244 \times 1{,}16} = \frac{720}{0{,}418208} \text{ d. h. über } 1700^0.$$

Diese Temperatur ist ein Maximum insofern weder die Erwärmung eines zur vollkommenen Verbrennung eines so weit verdünnten Brennstoffes, als es ein 30/00 Kohlenoxyd ist, nothwendigen Luftüberschusses, noch die abkühlende Wirkung des Apparates gerechnet wird. Nimmt man weiter an (Gruner, Anales des Mines 1872. S. 320), dass die Gase mit 100—150° in den Kamin treten, so ist die mittlere Temperatur nur höchstens $\frac{1700 - 100}{2} = 800^0$.

*) Gruner hat etwas andere Resultate erhalten: 13390 Kilos Luft und 46°.

Es erscheint mithin möglich, die durchschnittliche Temperatur der Luft selbst sehr rasch auf 400° zu steigern, besonders wenn, wie bei den neueren Apparaten die Steinmassen sehr erheblich vermehrt werden. Weiter wird hieraus klar, dass in dem 800° heissen Apparaten die Luft rascher von 15—20° auf 400° im Mittel erhitzt wird, als durch die durchschnittlich 800° heissen Gase die um 25° abgekühlten äusseren Schichten der Steine bis zur früheren Temperatur 800°. Das Wärmegefälle beträgt im ersten Fall fast 400° im letzten Fall nur 25°.

§ 792. Die den Steinen zu restituirende Wärmemenge beträgt nach dem § 790 241000 × 0,23 × 51° oder 2851030 *c* und erfordert mithin $\frac{2851039}{720}$ oder 3959,7 Kilos Gase, d. h. ca. 2650 cbm (§ 795). Für nur 25° Abkühlung der Steine würde naturgemäss nur die Hälfte in Anrechnung zu bringen sein.

Um genau zu ermitteln, in welcher Zeit diese 2650 cbm Gase durch den Apparat laufen, müssten zahlreiche Messungen am Apparat selbst gemacht werden. Aus mitgetheilten Druckhöhen von Gas von den Winderhitzern und (gleichzeitig) der Gebläseluft lässt sich kaum ein Schluss ziehen. Wiebmer z. B. fand das Verhältniss von Gas- und Winddruck wie 19:1680 oder wie 1:80, d. h. der Raumtheil Gas braucht 89 mal mehr Zeit zum Passiren des Apparates, als der Raumtheil Luft. Da nun in der Stunde 60 × 180 oder 10800 cbm Luft durchgehen, so würden obigen Voraussetzungen gemäss, die zur Ausgleichung des Wärmeverbrauchs zuzuführenden 2650 cbm Gase $89 \times 2650 \times \frac{3600}{10800}$ Sekunden $= 21\frac{1}{2}$ Stunden brauchen. Diese Zahl ermässigt sich zwar auf die Hälfte, da Gas- und Windrohre der Gleiwitzer Apparate, wo die obigen Druckwerthe beobachtet sind, Querschnittsverhältnisse wie 44:19 zeigten, ist aber immer noch viel zu hoch, um in der verschiedenen Geschwindigkeit der erhitzenden und abkühlenden elastischen Flüssigkeiten einen wesentlichen Grund der verschiedenen Dauer von Erhitzung und Abkühlung sicher erkennen zu lassen.*)

Diese Anführungen genügen, die Unmöglichkeit darzuthun, vorläufig mehr als die einfachsten Massenverhältnisse der steinernen Apparate abzuleiten, besonders da die in neuerer Zeit angestrebte Vergrösserung der Heizflächen auch deren Einfluss dargethan hat.

Die älteren Apparate von Cowper und Whitwell.

§ 793. Der ursprüngliche Cowper-Apparat, wie er auf der Dortmunder Hütte früher existirte, doch ungebraucht abgerissen wurde, wie ihn, einen durchaus veralteten Apparat, Wedding in seinem Leitfaden der Eisenhüttenkunde, 2. Aufl. 1880 wieder auffrischt (Fig. 69 u. 70) hat sehr bald die Abänderung erfahren, dass man die Gasverbrennungskammer die ursprünglich, wenig zugänglich, im Centrum des Apparates lag, an den Rand und die Ziegel in dem halbmondförmigen Raum unterbrachte, der nun übrig blieb. Dadurch wurde auch die Einrichtung für das Zuführen von Gas und von Verbrennungsluft, sowie für das Abführen des heissen Windes einfacher und bequemer, weil sie zugänglicher geworden war und der Apparat selbst braucht nicht mehr auf Stelzen zu stehen.

Dieser modificirte ältere Apparat, wie er noch auf Ormesby Works bei Middlesbro' (Cochrane & Co.) existirt, ist in Gruner's Métallurgie générale I abgebildet und beschrieben und auf ihn beziehen sich vorzugsweise die von Gruner angestellten Rechnungen.

Der Apparat war 8 m hoch und 7,90 m aussen weit und anfänglich mit kreuzweise auf einander gelegten Steinen versehen, wie die gewöhnlichen Siemens'schen Heizkammern. Diese Anordnung war für einen so voluminösen Apparat an sich unpraktisch, weil wenig stabil, verlor aber auch noch durch den Umstand an Brauchbarkeit, dass sich die Zwischenräume mit Gichtstaub rasch vollsetzten und dann nicht zu reinigen waren.

Man ging bald dazu über, geschlossene Verticalzüge zu bilden und die Steine in bestimmten Verband zu legen. Zuerst machte man die Canäle mit verschränkten Wänden, indem man die Steine abwechselnd um $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ Dicke vorspringen, resp. zurücktreten liess. Da sich die entstehenden Höhlungen mit Staub ebenfalls rasch zusetzten, so hat auch diese auf das Anprallen von Gas und Wind und einen hierdurch eventuell verursachten rascheren Wärmeaustausch gerichtete Bauart keine erheblichen Erfolge gehabt.

Es ist durchaus praktischer und solider, glattwandige Canäle zu nehmen. Die Verschränkung ist dennoch auch bei neueren Constructionen beibehalten, z. B. bei dem Apparat Taf. XXXI.

§ 794. Der Apparat von Whitwell, der in den Berichten über die Wiener Weltausstellung, sowie bereits früher in zahlreichen Journal-Artikeln beschrieben worden war, besass in der ursprünglichen Construktion ganz andere Abmessungen als ihm jetzt gegeben werden. Auf diese Abmessungen beziehen sich die meisten der Rechnungen, welche verschiedene Autoren mit dem Apparat angestellt haben.

*) Die Druckmessungen der Gase vor den Apparaten müssten bei verschiedenem Zug in denselben wiederholt werden, um festzustellen, wie weit die Depression den ursprünglichen Druck vermindert.

Gruner beschreibt z. B. einen Apparat von 6,7 m äusserem Durchmesser, 8,7 m Höhe mit 0,8—0,9 qm Windeintritt, 2,5 qm Windaustritt. Die Scheidewände haben 0,22 m Dicke mit Ausnahme der ersten, welche 0,33 m hat.

Den Steininhalt dieser älteren Apparate berechnete Gruner unter Vernachlässigung der Umfassungswände auf rund 60 cbm, so dass, da der Cubikmeter Stein 1800 Kilos wiegt, 108000 Kilos Ziegel einer Erwärmung von 100 cbm Luft pro Minute oder von 6000 cbm pro Stunde gegenüberstehen. Es ist dies über das Doppelte von dem Quantum, welches bei den Siemens'schen Oefen der gleichen Menge der zu erwärmenden elastischen Flüssigkeit entspricht; daher ist es auch nicht auffallend, wenn nur alle zwei Stunden gewechselt, mit einer Hitze also die Erwärmung von 12000 cbm Luft bewirkt wird.

Die Abkühlung des Whitwell-Apparates ist dann, wenn die Erhitzung des Windes 500° beträgt

$$= \frac{12000 \times 500 \times 0,239}{108000 \times 0,23} \text{ oder } 57^0.$$

Die im § 790 mitgetheilten Verhältnisse des Cowper'schen Apparates ergeben die doppelte Masse Ziegel in dem letzteren und dadurch den Vortheil, dass zwei Whitwells einem Cowper in der Leistung gleichstehen mussten. Der praktische Vergleich zeigte aber noch mehr günstige Momente bei den Cowper-Apparaten. Dieselben erforderten wegen der ausserordentlich entwickelteren Heizfläche durchschnittlich eine kürzere Zeit der Erwärmung.

Dass trotzdem in den Jahren 1870—75 die Whitwell-Apparate eine so bedeutende Verbreitung, besonders in Deutschland fanden, lag an ihrer einfachen Bauart und der für den praktischen Betrieb wichtigen bequemer scheinenden Reinigung. Es ist aber nicht zu verkennen, dass man sich hierin etwas getäuscht hat und dass auch bei den Whitwells eine Verkleisterung der Züge des Apparates durch Flugstaub und alkalische Sublimationen vielfach recht lästig geworden ist, ohne dass ein brillanter Heizeffekt dafür eine Compensation geboten hätte.

§ 795. Eine andere Eigenthümlichkeit der Whitwell-Apparate, war der lange Weg, den die Heizgase im Apparat selbst und seinem nothwendigen Zubehör zu durchlaufen hatten. Der Weg ist schon 1872 von Gruner auf 60 m im Apparat und 20 m in den zum Apparat gehörenden Ventilen, Canälen nach dem Essenfuss etc. veranschlagt worden. Bei der schwachen Pressung der Heizgase war es an sich eine schwierige Aufgabe den Transport derselben in dem fünfmal auf-, fünfmal absteigenden vierfach gekammerten Schlangencanal des Apparats so einzurichten, dass beim Lüften des Gichtverschlusses nicht ein grosser Theil der Gase an der Gicht austrat, ein anderer dagegen den bequemeren Weg nach den Kesseln vorzog, wo günstigere Zugverhältnisse existirten. Diesen Folgen einer in der Bauart des Winderhitzers beruhenden, und darum unabänderlichen Situation konnte nur durch eine möglichst reichlich dimensionirte Essenconstruktion vorgebeugt werden.

Da die Gase den Apparat ungefähr so heiss verlassen, wie sie ihn betreten, d. h. 150°, so ist klar, dass der mittlere Essenquerschnitt mindestens gleich sein muss der Summe der Gaszugänge der gleichzeitig im Feuer stehenden Apparate plus dem Querschnitt der unter gleichem Druck zur Verbrennung strömenden Luft.

Nimmt man, wie § 791 die Gaszusammensetzung gleich 30 CO, 15 CO_2, 65 N an und die des verbrannten Gasstroms gleich 62 CO_2, 116 N (wozu ein gewöhnlich nicht bestimmter doch gewiss vorhandener Luftüberschuss, der einstweilen vernachlässigt werden kann, tritt) an, so ergibt sich das specifische Gewicht der Mischungen folgendermaassen:

eintretende Gase:	austretende Gase:
$0,30 \times 0,941 + 0,15 \times 1,529 + 0,65 \times 0,976 = 1,16;$	$\frac{(0,62 \times 1,529 + 1,15 \times 0,976)}{1,78} = 1,17$

Der Cubikmeter wiegt hiernach:

bei den eintretenden Gasen $1,3 \times 1,15$ — 1,495 Kilos
bei den austretenden „ $1,3 \times 1,17$ — 1,521 „

also nahezu Dasselbe.

Die in § 792 berechneten 3959,7 Kilos eintretender Gase geben rund 2650 cbm, während die $1,77 \times 3959,7$ oder 7008,669 Kilos austretender Gase rund 4600 cbm geben.

§ 796. Da nun Temperatur und specifisches Gewicht für den eintretenden, wie für den austretenden Strom nahezu gleich sind, so werden für die Annahme gleicher Spannung und gleicher Geschwindigkeit beim Eintritt und Austritt die Dimensionen der Eintritts- und der Austrittsöffnungen den Werthen 26 und 46 direkt proportional sein müssen, und es ist vor Allem praktisch, die mittlere Weite der Esse, der Summe der Austrittsöffnungen aller gleichzeitig im Feuer stehenden Apparate entsprechend zu machen.

Nimmt man an, dass (nach Originalzeichnung älterer Whitwell-Apparate) der Einlass für Gas ca. 0,66 m, der Auslass dagegen 0,90 m dimensionirt ist, so erhält man die Proportion der Querschnitte 0,34212 qm zu 0,636174 qm, welche obigem Verhältniss nicht fernstehen.

Da diese Ein- und Austritte der Ventile halber immer etwas knapper gehalten werden müssen, so ist es vielleicht praktischer, die Weite des letzten Canalzweiges für die Feststellung des Querschnitts der Esse zu benutzen, indess gibt schon die von Whitwell wiederholt betonte vierfache Befeuerung der Apparate eine mittlere Weite von 2,1 m.

Die Kammerweite ist nach den genauen Rechnungen von P. Mouris (Dürre, Wiener Bericht S. 139) 1,19 qm, so dass, um in der Esse keine höhere Geschwindigkeit voraussetzen zu müssen, als in der letzten Heizkammer, der mittlere Essenquerschnitt für drei bis vierfache Befeuerung 3,57—4,76 qm, im Mittel also vielleicht 4,15 qm sein dürfte. Es gibt dies einen Durchmesser von 2,1—2,5 m, oder im Mittel genau 2,3 m für eine cylindrische Esse.

Seraing befindet sich bei der Anlage einer Esse von 2,5 m Mündung für vier Whitwell's sehr gut und viele Werke mit sorgsam berechneten engeren Essen befinden sich sehr schlecht. Die Höhe kommt hier weniger in Betracht, doch sind 50 m als angemessen zu bezeichnen, da sie sich ebenso wie die ausgerechneten Weiten bewährt haben.

Die neueren Apparate von Cowper und Whitwell.

§ 797. Die Erfahrung, dass nur unter grosser Anstrengung der Apparate, wie sie anfänglich von Cowper und Whitwell angegeben waren, ein regelmässiger und befriedigender Effekt erzielt werden könnte, führte zu Abänderungen in der Dimensionirung der beiden Apparate, bei den Whitwell-Apparaten auch zu weiteren Veränderungen in der Stromtheilung. Dadurch haben sich beide Construktionen einander genähert und stehen sich auch in ihren Leistungen nicht mehr so fern als früher.

Bei beiden Apparaten ist die Höhe gewachsen, während der Durchmesser abgenommen hat. Diese Aenderung geschah in der Art, dass sowohl Masse als Oberfläche bedeutend vergrössert wurden. Eine weitere Aenderung war die Verminderung des Weges der Gase bei den Whitwells, und die Abwechselung von vereinten und getheilten Strömen.

Dabei wurde die leichte und bequeme Reinigung stets im Auge behalten und dementsprechend auch die Zugänglichkeit der Apparate gewahrt. Durch eine energischere Gaswaschung, die vielfach möglich geworden, sind übrigens manche Bedenklichkeiten wegen des Gebrauchs der Regenerativ-Winderhitzer geschwunden.

§ 798. Der auf Taf. XXX nach einer Publikation Guyenets (Armengand, publication industrielle Vol. XXVI. 1878. S. 418) dargestellte moderne Whitwell-Apparat (der wesentlich übereinstimmt mit den Skizzen des Deutschen Reichs-Patents No. 327 und den von Whitwell selbst bei verschiedenen Gelegenheiten ausgestellten Modellen) zeigt ein doppeltes Auf- und Absteigen der Ströme, wobei (der Weg des Gases zu Grund gelegt) die absteigenden Stromtheile durch vier resp. sechs Wände getheilt werden.

Ausserdem erfolgt auch eine Längstheilung der Ströme, durch die zur Verstrebung der Querwände erforderlichen fünf Längsscheidewände, doch ist diese Theilung wieder aufgehoben, durch die am Boden, unter der Decke und ausserdem in fünf verschiedenen Zwischenniveaus angeordneten Durchbrechungen der Scheider.

Die Luftzuführung geschieht ausser in der ersten zur Verbrennung bestimmten Kammer, nochmals in der zweiten Sammelkammer und es ist durch eine geeignete Vorwärmung der Luft in dem Futter- und Zwischenwänden das Mögliche gethan, um eine zur Verbrennung nothwendige Temperatur erreichen zu können.

§ 799. Die Massenberechnung ist im Nachstehenden ausgeführt, wobei von der cylindrischen Umhüllung ein Theil des in Fig. 2 auf der rechten Seite deutlich erkennbaren zweiten Futters, ferner vom Boden die drei über den Luftcanälen liegenden Steinlagen zur Hälfte, von der Decke aber die gesammte Abdeckung ausschliesslich der zwischen den Trägern befindlichen Deckel selbst mit eingerechnet wurde. Gruner hat bekanntlich die Ummauerung des Apparats ganz vernachlässigt, und über Boden und Decke keine Angabe gemacht. Diese Minderung der zu berechnenden Massen kann bei dem hier zur Anschauung gebrachten Apparat zu nachtheiligen Folgerungen, d. h. zu einer Unterschätzung seines Effektes führen. Es erschien angezeigt, wenigstens den inneren Theil des besonderen Futters der heissesten Hälfte und einen Theil von Boden und Decke mit zu berücksichtigen. Die linke Seite der cylindrischen Umfassung ist dagegen ganz ausgelassen worden, um die Masse der Luftcanäle, die als voll gerechnet werden, zu compensiren.

Von der lichten Höhe des Apparates sind bei der Massenberechnung der Scheider für deren Durchbrechungen rund 5 m in Abzug gebracht worden, so dass 9 m bleiben. Die Scheider bestehen

aus 5,90 m Wandtheilen von 250 mm Stärke und 5,90 m Wandtheilen von 125 mm Stärke. Daraus berechnet sich eine Steinmasse von 5,90 × 0,250 + 5,90 × 0,125 = 2,5 qm Grundriss und 22,6 cbm Rauminhalt, für die Scheiderstücke zwischen den Gaswänden.

Die Querwände selber bestehen aus 4,5 m Wand von 375 mm Dicke, 9,5 m von 250 mm Dicke, 54,25 m Wand von 12,5 mm, so dass die Grundrissfläche hiernach 4,5 × 0,375 + 10 × 0,25 + 54,25 × 0,125 oder 11 qm beträgt. Die Höhe der Wände ist 13,50 m von der Boden- zur Deckenfläche, wovon 1,5 m zu kürzen sind, da oben und unten Durchgänge von 1 m Höhe vorhanden sind und nur die erste die sechste und siebente Wand eine einmalige Durchbrechung zeigen. Die Masse der Wände beträgt hiernach etwa 12 × 11 oder 132 cbm.

Die nach Obigem zur Berechnung heranzuziehende Futterwandhälfte mit einem inneren Durchmesser von 5,3 m, einem äusseren von 6,0 m, erzielt einen halben Ringgrundriss von pptr. 3 qm, so dass unter Vernachlässigung der Oeffnungen etc. bei 13,5 m lichter Höhe eine Masse von 40,5 cbm resultirt. Boden und Decke zusammen bestehen aus je zwei Kreisflächenhälften von je 5,3 und 6 m Durchmesser, so dass ihr Grundriss zusammen 22,062 + 28,274 = 50,336 qm beträgt. Die Höhe der betreffenden Steinschicht beträgt am Boden etwa 300 mm, an der Decke 200 mm, im Mittel also 250 mm, so dass Boden und Decke zusammen rund 12,5 cbm repräsentiren.

Der gesammte Apparat schliesst hiernach 22,6 + 132 + 40,5 + 50,33 = rund 245 cbm nutzbaren Mauerwerks ein.

§ 800. Die transmittirende Heizfläche, welche den ebenberechneten Massen entspricht, lässt sich wie folgt abschätzen:

Die Scheider ergeben im Ganzen 11,80 laufende Meter Horizontallänge (im Mittel gemessen); die nutzbare Höhe der Scheider war mit Abzug der Durchbrechungen auf 9 m festgestellt. Da aber die Innenflächen der Durchbrechungen dann besonders berechnet werden müssten, ist zur Vereinfachung hier angenommen worden, dass die Durchbrechungen vernachlässigt, und die Scheider als voll gerechnet werden sollten. Hiernach würde eine lichte Höhe von 13,5 m in Ansatz zu bringen sein und die Scheiderflächen betrügen hiernach 2 × 13,5 × 11,80 = 318,6 qm.

Die Längswände hatten im Ganzen 4,5 + 10 + 54,25 = 68,75 laufende Meter Horizontallänge (im Mittel gemessen), also 137,50 laufende Meter Flächenlänge. Davon sind aber abzusetzen, die durch die Scheider verdeckten Längen, d. h. 14 × 0,25 für die dicken Scheider, 56 × 0,12 für die schwächeren Scheider, zusammen also rund 10,34. Es bleiben mithin, wenn die früher schon angegebene Nutzhöhe von 12 m festgehalten wird, an Heizfläche der Querwände (137,5 — 10,34) 12 oder rund 1524 qm.

Boden und Decke zusammen geben 22,062 + 28,274 = 50,336 Bruttofläche, von welcher die Grundrissflächen der Scheider und Wände abzuziehen sein werden. Die Ersteren betrugen nach § 799 5,9 × 0,25 + 5,90 × 0,124 = 2,5 qm; die Letzteren 4,5 × 0,375 + 10 × 0,25 + 54,25 × 0,125 = 11 qm.

Es sind von obigen 50,336 qm demnach 13,5 abzuziehen und der Rest von 36,8 als Heizfläche von Boden und Decke anzusehen. Die Innenfläche des Mantelstücks, welches zur wirksamen Steinmasse zugerechnet worden ist, beträgt, da der Durchmesser 5,3 m ist, $\frac{5,3 \times 3,14}{2} \times 13,5$, wovon die Berührungsflächen der Scheider und Wände abgehen müssen. Es sind dies pptr. 22 schräge Steinbreiten von im Mittel 150 mm, also in einem Horizont zusammen 3,30 m und es bleiben $\left(\frac{5,3 \times 3,14}{2} - 3,30\right) \times 13,5$ = rund 67,5 qm. Die Gesammtfläche ist also 318,6 + 1524 + 36,8 + 67,5 = 1946,9 oder rund 2000 qm.

Gegen die von Gruner früher ermittelten Zahlen 170 cbm Mauerwerk mit 750 qm Heizfläche, bietet der neue Apparat erhebliche Vorzüge, die besonders in einer rascheren Befeuerung des Apparates culminiren und in der grösseren Sicherheit, eine sehr hohe Temperatur zu erreichen.

§ 801. Der Wärmeaustausch verläuft nach den vorher angegebenen Verhältnissen folgendermaassen: Es sind 242 cbm feuerfester Steine vorhanden oder (1800 Kilos pro 1 cbm) 435600 Kilos, welche durch die in ihnen aufgespeicherte Wärme die durchgeleitete Luft mit nahezu 800° entlassen sollen. Dieselbe tritt mit 20° ein und erfährt eine Temperatursteigerung von 780°; dadurch ergibt sich eine mittlere Temperatur des Windes im Apparat von 390°. Diese Grösse ist in Rechnung zu ziehen und desshalb die Temperaturerniedrigung t der Steine nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$435600 \times t \times 0,210 = 60 \times 130 \times 1,3 \times 0,239 \times 390^0.$$

Danach ist

$$t = \frac{10800 \times 1,3 \times 0,239 \times 390}{435600 \times 0,210} = 14^0$$

Die durchschnittliche Temperaturerniedrigung würde bei diesem Apparat also nur 14° betragen, während für den alten Whitwell-Apparat bei Annahme von 800° heisser Luft über 50° resultirt, für 400° Mitteltemperatur nur 25°.

Jedenfalls ist das Massenverhältniss von Stein und Luft ein weit günstigeres, als bei den alten Apparaten. Aber auch das Heizverhältniss ist im Verhältniss der Heizflächenzunahmen besser, wie schon die von fünf auf drei geminderte Anzahl der Apparate zeigt.

Nahezu gleiche Wärmemengen, d. h. $10800 \times 1{,}3 \times 0{,}239 \times (390-400^0) = 1308758 - 1342224\, c$ passiren im alten Apparat 750 qm Fläche, während der neue hierzu rund 2000 qm bietet. Geschieht diese Wärmeübertragung von den erhitzten Steinmassen auf den durchströmenden Wind, so genügt in Folge der in Letzterem entstehenden Wirbelbewegungen bereits die geringere Heizfläche zur raschen Erhitzung des Windes. Dagegen ist der Einfluss der grösseren Heizfläche besonders bemerkbar bei der Wärmeüberleitung des Gasfeuers auf die Steine. Dieser Process, der wie schon nachgewiesen, ein weniger starkes Wärmegefälle hat als der Winderhitzungsprocess, verläuft um so langsamer, je geringer die transmittirende Oberfläche ist und es entsteht dadurch ein complicirtes Verhältniss zwischen den beiden Zeiten. Sie sind abhängig von dem Verhältniss der Heizflächen 750 : 2000, oder 3 : 8, dann von dem Verhältniss der Wärmegefälle selbst. Dieselben sind von Gasfeuer auf Stein: im alten Apparat = 25^0, im neuen 14^0; von Stein auf Wind: im alten wie im neuen Apparat = ca. 400^0. Dadurch wird, obgleich es augenblicklich, Mangels näherer Bestimmungen nicht möglich ist, dem Verhältniss auf den Grund zu sehen, die Erfahrung gerechtfertigt, welche für die volle Leistung des alten Apparats schliesslich vier bis fünf Apparate in Feuer, einen in Wind beanspruchte, für die gleiche Leistung des neuen Apparats mit zwei Apparaten in Feuer, einem in Wind zufrieden ist.

§ 802. Die Bauart des Whitwell-Apparats ist aus den Zeichnungen der Taf. XXX vollkommen erkennbar, zumal der Steinverband nach zuverlässigen Angaben in Fig. 2 ebenfalls angedeutet worden ist. Die Abdeckung findet nicht mehr mit Gewölben statt, welche bei den alten Apparaten nicht geringe Schwierigkeiten im Anschluss an die ringförmige Umfassungswand hervorriefen.

Es liegen auf den oberen Flächen der Scheider und Querwände einfach dicke Decksteine, die sich leicht entfernen lassen, um das Fegen gründlich vorzunehmen. Um diese Erleichterung auch über den weiteren Kammern eins und sieben eintreten lassen zu können (Gasrichtung) sind die in diesen beiden Kammern ein Stein dick angeordneten Scheider oben mit kleinen durch Gewölbegurten (ähnlich wie bei Durchbrechungen der eigentlichen Querwände) getragenen Querwandstücken verbunden. Dadurch sind über dem ersten Kammerraum drei, im siebenten zwei Schlitze in der Decke geschaffen, die zum Fegen dienen und ein vollkommenes Gewölbe überflüssig machen.

Ueber diesen Abdeckungen hängt frei die an dem äusseren Metallgehäuse befestigte Aussendecke, getragen durch acht Doppel-T-träger und einen darüber hingezogenen halbparabolischen Träger. Zwischen den Doppel-T-trägern liegen in eisernen Rahmen eingebaut die losen Deckel zum Reinigen. Ein (punktirt angedeutetes) Gerüst kann auf dem Apparat aufgestellt und zum Herablassen der Kugeln und Kratzen benutzt werden.

Die früher so schwer herzustellenden noch schwerer zu unterhaltenden Ventile, z. Th. mit Wasserfüllung (vergl. Dürre, Allgemeine Hüttenkunde S. 396 u. 397) haben in dem neueren Entwurf zu den Whitwell-Apparaten Schiebern und (über dem Rauchcanal) einfachen Glockenventilen Platz gemacht. Alle diese Verschlüsse werden durch Zahnstangen und Kettenrollen, seltener durch Kurbeln bewegt.

Für den Luftzutritt sind drei Zulässe mit durch Schrauben verstellbaren Deckeln vorgesehen (obere Seite der Fig. 7), die während der Heizung gelöst, während der Winderhitzung fest verschlossen sein müssen. In einer Höhe von 1,420 m über der Hüttensohle sind eine Reihe Visire angebracht, bestehend aus eisernen Röhren mit aufgeschraubten Glasvisiren. Am Boden des Innenraums liegen die sieben ovalen Reinigungsöffnungen zum Auskratzen des von den Gasen deponirten oder durch das Fegen herabgestürzten Staubes, einer sehr lästigen Operation, die mindestens alle drei Monate zu geschehen hat.

§ 803. Ueber die Kosten eines solchen Apparats sind sichere Angaben nicht gemacht worden; die alten Apparate kosteten pro 50 Tonnen tägliche Roheisenproduktion immerhin 160000 Mark (Jordan, Atlas de la métallurgie du fer, texte S. 73).*)

*) Die neuere Construktion der Whitwell-Apparate ist hinsichtlich ihrer Effekte in der Mittheilung von Guyenet, welche auf der Pariser Ausstellung, wo Guyenet in der französischen Sektions-Maschinenhalle grosse Diagramme und Modelle des Apparates ausgestellt hatte, aufgelegt waren, wie folgt erläutert.

In dieser Mittheilung wird zunächst constatirt, dass, während 1874 etwa 48 Hochöfen mit im Ganzen 184 Whitwells versehen waren, die Zahl der Apparate 1878 auf 392 für 104 Hochöfen in 63 Hüttenwerken gestiegen war — worunter allein 62 Apparate für 19 Hochöfen in Nord-Amerika in den Jahren 1875—78 erbaut worden sein sollen. Im Uebrigen wird auf die Vergrösserung der Heizflächen, wie auch der die Wärmeübertragung vermittelnden Steinmassen nicht eingegangen, sondern nur die z. Th. angeblichen Vorzüge der steinernen Apparate vor den Apparaten mit eisernen Rohren hervorgehoben.

Guyenet rechnet, dass ein Hochofen von 50 Tons Tagesproduktion drei Whitwell-Apparate von 12,5 m Höhe und 5,5 m dtr. braucht um 130 cbm Wind auf 750^0 zu erhitzen. Wenn vorher mittelst gusseiserner Röhren-Apparate der Wind auf 400^0 erhitzt worden war, so entspricht das einer Ersparniss (die Guyenet nicht beweist) von 300 Kilos pro Tonne Roheisen oder bei 18000 Tonnen ungefährer Jahresproduktion 5200 Tonnen Cokes. Rechnet man die Tonne Cokes zu 25 fcs., so gibt die einmalige Jahresersparniss schon die Kosten der drei Apparate.

Guyenet behauptet schliesslich, dass die Apparate in etlichen Monaten gebaut werden können, ohne den später zugehörigen Hochofen still legen zu müssen. Ferner ist er der Meinung, dass sowohl die offene als die geschlossene Gicht die Anlage der Apparate gestatten und dass, bei richtiger Anordnung die Hochofengase stets genügen, um Winderhitzer und Kessel ohne Stochkohlen im Betrieb zu erhalten.

Bezüglich der Whitwells gibt Fehland in seinem neuesten Ingenieur-Kalender 1882 (S. 33) noch die nachstehenden Verhältnisse:

No.	Durchmesser	Höhe	Heizfläche	Ziegel I. Qual.	Ziegel II. Qual.	Formziegel I. Qual	Formziegel II. Qual.	Gewicht für Schmiedeeisen	Gewicht für bearbeiteten Guss	Gewicht für Rohguss
	m	m	qm	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos
1	4,57	8,68	371	15,0	30,0	8064	3048	8534	3048	3810
2	4,57	15,24	666	29,2	44,0	8064	3048	15849	3048	3810
3	4,57	18,28	802	35,7	51,0	8064	3048	18415	3048	3810
4	5,50	8,68	557	18,0	36,0	9144	6159	20980	3810	5080
5	5,50	15,24	1034	35,2	65,5	9144	6159	26822	3810	5080
6	5,50	18,28	1255	43,2	73,4	9144	6159	29972	3810	5080
7	6,70	8,68	835	29,1	62,5	15392	11683	24384	3810	6350
8	6,70	15,24	1438	54,6	100,75	15392	11683	34036	3810	6350
9	6,70	18,28	1735	66,5	118,5	15392	11683	38608	3810	6350

Es sind das jedenfalls Prospektangaben, aus denen Schlüsse über die Brauchbarkeit schon desshalb nicht gezogen werden können, weil die Steinangaben theils nach Stück, theils nach Gewicht gemacht sind. Die Heizflächen sind eher zu niedrig als zu hoch angegeben.

Für die Heizflächenbestimmung der Whitwells gibt Fehland noch die empirische Formel $F = \frac{C\,T}{50}$, wo C den Cokesverbrauch des Ofens per 24 Stunden, T die gewünschte Windtemperatur bedeutet und macht hierbei die Bemerkung, dass für T dann 600^0 ein Maximum sei.

§ 804. Die neueren Cowper-Apparate, welche, währenddem die Whitwells die Oberhand erlangt zu haben schienen, entworfen und erbaut worden sind, haben die älteren Whitwells durch eine riesige Entfaltung von Heizfläche und Massen zu schlagen versucht und ist dies ihnen auch vollkommen gelungen. Besonders erzielten einzelne französische mit afrikanischen Stückerzen arbeitende Werke z. B. Terrenoire, bedeutende Erfolge (vergl. die Mittheilungen des Verfassers im Technischen Verein für Eisenhüttenwesen 1876—77).

Der auf Taf. XXXI abgebildete Apparat, der seit einigen Jahren in Monceau sur Sambre funktionirt, entspricht den weitgehendsten Anforderungen im Bezug auf Massen- und Oberflächenverhältnisse. Die Hochofengase, welche zur Heizung des Apparats bestimmt sind, münden durch drei Schlitze auf dem Boden der Verbrennungskammer, eines cylindrischen Raumes von 1,640 m dtr. und pptr. 15 m Höhe aus. Etwas höher als der Gaseintritt findet seitlich der Eintritt der Verbrennungsluft statt, über welchem der Austritt für den heissen Wind liegt.

Das oben gegen die Kuppel des Apparats prallende Feuer, zieht in dem sichelförmigen übrigen Raum herunter und durchstreicht dabei die von hochkantig gesetzten feuerfesten Steinen in sicherem Verband aufgebauten zahlreichen Heizschächte mit pptr. 0,10 × 0,10 m lichtem Querschnitt = 0,01 qm. Es sind deren an vollständig quadratischen über 700 (genauer 715) und die übrigen bei dem Anschluss eines Netzes von Quadraten in einer Kreislinie sich bildende Quadrattheile sind vernachlässigt.

Diese Steinschächte stehen auf hohen gusseisernen Gittern, die, wie die Durchschnittshälfte 2. zeigt, in Theilstücken von 0,40 m Breite und 1,1 m Länge (an der Peripherie des Raums entsprechend gerundet) angewendet sind und auf starken Querträgern, sowie einem Kranz aus Trägerstücken aufruhen. Die Querträger liegen in gusseisernen Schuhen auf gemauerten Pfeilern, so dass unter der Unterfläche der Eisengitter noch 1,25 m Raum zum Sammeln der Rauchgase bezw. zum Vertheilen des eintretenden kalten Windes bleiben.

Die Ventile sind etwas anders gebaut als bei dem Whitwell-Apparaten der Taf. XXXI, obgleich natürlich der Anwendung ganz gleicher Formen Nichts im Wege stehen würde, als deren eventuell geringere Bequemlichkeit.

Der Gaszutritt ist mit einem Glockenventil geschlossen, wie auch der Rauchcanalzugang; der Bewegungsmechanismus ist bei Ersterem des Raumes wegen beschränkter als bei dem Letzteren, doch erfolgt die Hebung und Senkung in beiden Fällen durch einen Kabelmechanismus.

Der Zutritt der Verbrennungsluft wird durch einen Horizontalschieber mit Zahnstange geregelt, der Zutritt des kalten Gebläsewindes durch einen Verticalschieber mit Zahnstange, während für den Austritt der heissen Luft ein eigenthümlicher rasch arbeitender Schieber mit Gewichtshebel vorhanden ist. Das Gewicht desselben ist nur zum Ausbalanciren des Schiebergewichtes angeordnet und, da der Aufhängepunkt desselben beim Schluss des Ventils weiter von der Ventilaxe entfernt ist, als bei der Oeffnung des Ventils, auf der Stange verschiebbar, um unter allen Verhältnissen eine sichere Stellung zu erhalten.

§ 805. Berechnet man die Massen des Apparats von der Linie CD der Fig. 1 an aufwärts mit der Maassgabe, nur die Wand des Verbrennungsschachtes, eine Steinbreite der Ringmauer und die inneren dicken Steine der Kuppel zu berücksichtigen, so erhält man zunächst an Grundrissen:

a. der Verbrennungskammer bei 2,34 m äusserem, 1,64 m innerem Durchmesser, 4,30—2,11 = 2,19 qm;

b. der Ringmauer bei 5,00 m äusserem, 4,8 m innerem Durchmesser, 19,6—18,1 = 1,5 qm;

c. der Steine, unter der Annahme, dass jeder Canalraum von 0,10 × 0,10 = 0,01 qm von 0,08 m breiten Steinen eingeschlossen wird, und dass der Gesammtdurchschnitt einer solchen Gruppe 0,18 × 0,18 = 0,0324 qm beträgt (der Canalquerschnitt 0,01, der Steinquerschnitt 0,0224), ferner dass der sichelförmige Raum des Apparats vollständig damit ausgesetzt ist, ca. $(18{,}1-4{,}30)\,\frac{224}{324} = 9{,}5$ qm.

Da die Linie CD der Fig. 1 etwa 1,850 über der Fundamentfläche des Apparates liegt, so ist die Entfernung der äusseren Kuppelkante von CD 17,14—1,850 = 15,290 m. Danach leiten sich die nützlichen Höhen der Massen sub *a, b, c* ganz leicht ab, da man nur den Abstand ihrer obersten Grenzen von der Kuppelkante abzumessen braucht.

Der Verbrennungsraum hat zur Hälfte eine um 1,5 m geringere Höhe; in der anderen Hälfte wächst die Höhe bis zu 0,65 unter der Kuppelkante an, so dass die thatsächlich zur Berechnung gelangende Höhe sein muss:

$$\frac{\left(15{,}290-1{,}5\right)+\left(15{,}290-\frac{1{,}5+0{,}65}{2}\right)}{2} = 14.$$

Die Masse ist demnach 2,19 × 14 = 30,66 cbm.

Die nutzbare Höhe der Ringmauer kann rund auf 15 m veranschlagt werden, so dass die hieraus resultirende Masse auf 1,5 × 15 = 22,5 cbm sich beläuft.

Der Steinversatz hat dieselbe Höhe wie die höchste Kante der Verbrennungskammer, d. h. 15,29—0,65 = 14,64 m und die Steinmasse hiernach 14,64 × 9,5 oder 139 cbm.

Die Calotte bei 5,3 m äusserem, 4,8 m innerem Grundkreis, Krümmungsradius von innen 3 m, aussen 3,25 m, enthält eine Masse von 4,6 cbm.

Die Gesammtmasse an feuerfesten Steinen, welche sicher zur Mitwirkung gelangen, beträgt 30,66 + 22,5 + 139 + 4,6 = 196,76 cbm oder 354168 Kilos, also weniger als in den neueren Whitwell-Apparaten.

§ 806. Die Heizfläche ist günstiger im Verhältniss zur Steinmasse, denn sie berechnet sich, wie folgt:

Die Verbrennungskammer 1,64 m weit, von 14 m wirksamer Höhe, entwickelt eine Fläche von 5,15 × 14 = 72 qm.

Die Steinzüge rund 700 (eigentlich 715 ohne die nicht quadratischen) von 0,4 Perimeter und 14,64 m wirksamer Höhe, ergeben 700 × 0,4 × 14,64 oder 4099 qm.

Die Innenwand der Ringmauer, wegen der Tangenz der Verbrennungskammer nur zu $\frac{11}{12}$ gerechnet, ergibt $\frac{11}{12} \times 15 \times 15 = 206{,}3$ qm.

Die Kuppelfläche repräsentirt ca. 23 qm.

Die totale Heizfläche wäre hiernach = 72 + 4099 + 206,3 + 23 oder 5100,3 qm, gegen 2000,0 qm des viel voluminöseren Whitwell-Apparates.

Dadurch verhalten sich die Apparate dem durchgehenden Windquantum gegenüber auch verschieden, da die Erwärmung des letzten in gewissen Sinn proportional der Heizfläche geschieht. Rechnet man für beide Apparate die gleiche Windmenge, nämlich 180 cbm, so ergibt der Whitwell-Apparat pro Cubikmeter Wind in der Minute $\frac{2000}{180} = 11{,}1$ cbm, während der Cowper-Apparat $\frac{5100}{180} = 28{,}0$ cbm.

Lässt man bei beiden Apparaten die Ringmauer und Decken, resp. Bodenflächen fort, so weisen immerhin der Whitwell-Apparat noch 1842,6 qm, der Cowper-Apparat noch 4171,0 qm auf, also pro Cubikmeter Wind in der Minute, der Whitwell-Apparat 10,2 qm, der Cowper-Apparat 23,2 qm Heizfläche auf, wonach sich das Verhältniss der Leistungen ohne Weiteres beurtheilen lässt.

§ 807. Eine noch neuere Modification des Whitwell-Apparates rührt von Gödecke in Düsseldorf her und ist demselben unter No. 952 patentirt worden. Eine genaue Zeichnung dieses Winderhitzers ist nach einer in Düsseldorf 1880 ausgestellt gewesenen Wandtafel auf Taf. XXXII gegeben und ohne Weiteres verständlich.

Bei den neuesten Ausführungen des Apparates sind einzelne Dimensionen im Innern unwesentlich abgeändert, dagegen ist die Totalhöhe bis auf 18 m gebracht worden.

Gödecke berechnet die Heizfläche auf 2916,6 qm, von denen 308,8 auf Boden und Decke (constante Heizfläche) der Rest von 2607,8 auf die (nach der Höhe des Apparats) wechselnde Heizfläche, d. h. alle Verticalflächen sich beziehen. Jeder steigende Meter gibt .181,6 qm Heizfläche mehr. Das nothwendige feuerfeste Material ist auf 630 Tonnen veranschlagt und vertheilt sich dem Volum nach mit 80 cbm auf Boden und Decke und 303,2 cbm auf die verticalen Bautheile. Jeder steigende Meter bringt 21,5 cbm.

Die Kesselschmiede-Arbeit ist auf 38 Tonnen veranschlagt und steigt pro Meter um 1320 Kilos, während die Guss- und Schmiedeeisen-Arbeiten, zu etwa $^1/_5$ bearbeitete, sich auf 20,5 Tonnen belaufen.

Ein grosser Hochofen braucht drei Apparate und jede Gruppe bedarf eines Kamins von 50—60 m Höhe und 1,5—1,75 m obere Weite.

Ueber ausgeführte Apparate dieser Art in Trzynietz (Oesterreich: Schlesien) wird privatim berichtet, dass sie constant normale Windtemperaturen zwischen 700 und 750° geben, während der Brennstoffverbrauch pro Tonne Roheisen sich um 20—25$/_{00}$ vermindert hatte.

Die Apparate funktioniren sehr regelmässig, lassen sich selbst bei Verhüttung einer zumeist staubförmigen Hochofenbeschickung leicht und rasch putzen und gestatten eine vollständige Verbrennung der Hochofengichtgase. Wiederholt anhaltend angestellte Gasanalysen haben in den Rauchgasen kein unverbranntes Kohlenoxyd constatiren lassen.

§ 808. Eine etwas complicirte Modification des Cowper-Apparates von Lévêque, wie derselbe seit 1876 bei einem Hochofen der Compagnie de l'Horme in Pouzin faktisch ausgeführt ist, findet sich im Bulletin de la Société de l'industrie minérale (1877. Tom. VI. S. 761) beschrieben und durch Zeichnungen erläutert. Kerpely berichtet darüber in seinem Pariser Referat wie folgt:

Lévêque theilt den cylindrischen Raum des Apparates in fünf Kammern ab, benutzt die äusseren, die je drei Scheidewände haben, zur Leitung der in einer Kammer an der Sohle entflammten Heizgase, die dann an der Gewölbedecke des Apparates eine Wendung nach den zwei angrenzenden inneren Heizkammern machen, in diesen nach abwärts ziehen, in der centralen Heizkammer zusammentreffen und wieder nach aufwärts strömend aus den über dem Apparat angebrachten Essen ins Freie treten. Das Ziegelwerk in den mittleren drei Kammern ist gitterartig angeordnet, so dass es behufs des Reinigens aus zahlreichen horizontalen, kleinen Oeffnungen im Apparatmantel mittelst eigenthümlicher Störspiesse in horizontaler Richtung durchdrungen werden kann. In der Verbrennungskammer an der Apparatsohle sind zwei diametral gegenüberliegende Roste behufs allenfalls nöthiger Nachfeuerung anbracht. Zur Ableitung der Heizflamme sind in der Gewölbedecke fünf Paar gusseiserne Röhren mit ebenso vielen Blechessen angebracht. Abzweigungen dieser Eisenrohre dienen zur Einleitung des kalten Gebläsewindes. Der Apparat wird in glühendem Zustande gereinigt, indem man sich dazu stark gepressten Gebläsewindes und der erwähnten kleinen Oeffnung in der Einfassungsmauer, sowie jener kleinen Störlanzen bedient. Grössere Oeffnungen an der Sohle der Kammern dienen zur Entfernung des abgeputzten Flugstaubes, Sinters etc.

Siebenter Abschnitt.

Von der Hegung und Pflege lebender Krafterzeuger.

§ 809. Neben Vorrichtungen zum Betreiben der Maschinen etc. dürfen die Vorkehrungen nicht übergangen werden, welche sich auf das Wohl der bei dem Betrieb thätigen Arbeiter beziehen. Ausser blos humanitären Rücksichten, waltet bei den Einrichtungen derartiger versorglicher Hülfsmittel, die zum Theil auf eigene Kosten gewonnene Einsicht vor, dass durch Erleichterungen aller Art die Stabilität der Arbeiterbevölkerung begünstigt und die mit dem immerwährenden Wechsel verbundenen technisch-ökonomischen Schädigungen des Betriebes vermindert werden. Gleichzeitig wird dadurch dem im Bereich der grossstädtischen Textil-Industrie vorwiegend grossgezogenen Socialismus der fruchtbare Boden für seine oft und immer von Neuem versuchte Propaganda am Leichtesten genommen, und es wird zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer ein gesundes auf gegenseitiges Vertrauen gegründetes Verhältniss hergestellt.

Die ältesten Bestrebungen dieser Art bestanden in der Herstellung von Wohnungen für die Arbeiter, wobei die verschiedensten Lösungen des Problems aufgesucht wurden, den Arbeiter sesshaft zu machen.

Die Staatshüttenwerke in Schlesien: Malapane, Kreutzburger Hütte, Gleiwitzer Hütte, Königshütte, Rybnik- und Friedrichshütte haben z. B. von Anfang an ihre Arbeiter-Colonien auf breitester Grundlage etabliren können, weil die meisten dieser Werke auf wüstliegendem grösstentheils werthlosem Grund und Boden errichtet worden sind. Die zum Theil viel später in Betrieb gekommenen standesherrlichen und anderen Privatwerke befolgten denselben Grundsatz und legten weitläufige Colonien mit reichlich bemessenem Acker- und Gartenland, gemeinschaftlicher Hütung etc. an. Kirchen und Schulen, Lazarethe und Apotheken wurden ebenfalls von Seiten des Arbeitgebers gewöhnlich unter Beisteuer der Arbeitnehmer errichtet. Die Benutzungsweise der Wohnhäuser, welche gewöhnlich auf patriarchalische Weise geregelt wurde, entsprach nicht immer dem Standpunkt gleicher Vertheilung von Licht und Schatten, doch kamen, da an jedem Orte eine collegialische Verwaltung (Hütten-Amt) und darüber immer noch höhere Instanzen den Betrieb leiteten, Härten und Unbilligkeiten im Ganzen weit seltener vor, als sie in solchen Angelegenheiten unter vollkommen souveränen General-Direktionen von Aktien-Gesellschaften oder unter einem Alleinbesitzer sich ereignen können.

§ 810. Obwohl die Anlage derartiger Bauten nicht streng zum Betrieb zu rechnen ist, so kann ein grösseres Eisenhüttenwerk, falls es nicht in ganz exceptionellen lokalen Verhältnissen arbeitet, seinen Raum- und Flächenbedarf nicht ohne Berücksichtigung derartiger Verhältnisse feststellen. Dennoch ist hier nicht auf das bauliche Detail einzugehen, weil alle derartige Projekte zu den einfacheren Aufgaben des Civilbaues gehören und technische Rücksichten niemals obwalten. Auch existiren eine grosse Zahl von Publikationen hierüber, die bei der Anlage von Colonien etc. zu consultiren sind.

Abgesehen von den wiederholt publicirten Entwürfen der Staats-Bergbehörden, welche 1873 in Wien, 1877 in Brüssel Aufsehen erregt haben, ist hinzuweisen auf die 1873 veröffentlichte sehr vollständige Darstellung aller humanitären Anlagen der Georgs Marienhütte zu Osnabrück, ferner auf die 1872—73 herausgegebenen Colonie-Anlagen des Aachener Bezirks (Selbstverlag des Aachener Vereins für die Berg- und Hüttenmännischen Interessen), sowie auf die von bedeutenderen anderen Firmen darüber gemachten Andeutungen. Einzelne Ausstellungsberichte enthalten ebenfalls reiches Material in dieser Hinsicht.

So findet man eine vollständige Zusammenstellung der in Wien ausgestellt gewesenen Arbeiterhäuser von A. Habets (Revue universelle Bd. 34. S. 321) wo zunächst die deutschen Aussteller dann die österreichischen berücksichtigt werden.

In Folgendem sollen desshalb nur in allgemeinen Zügen, Specialität und Umfang humanitärer Einrichtungen eines der grössten deutschen Eisenhüttenwerke, der Gussstahlfabrik Friedrich Krupp zu Essen nach der 1880 ausgegebenen letzten Ausstellungsbrochüre geschildert werden.

Arbeiter-Wohnungen.

§ 811. In Folge der starken Zunahme der Arbeiterzahl, mit welcher die Baulust in der Stadt Essen nicht gleichen Schritt hielt, sah sich die Firma Fried. Krupp schon im Jahre 1863 veranlasst, mit dem Bau von Arbeiter-Wohnungen in grösserem Maassstab vorzugehen, um den Arbeitern gesund gelegene Wohnungen zu verhältnissmässig billigen Miethpreisen zu verschaffen.

So entstand im Jahre 1863 die unmittelbar an der Gussstahlfabrik gelegene Colonie Westend mit 140 Wohnungen. Im Jahre 1870 waren 500 Wohnungen im Besitze der Firma Fried. Krupp, die in der Folge noch vermehrt wurden, u. A. durch die Colonien Dreilinden, Schederhof und Cronenberg mit 80, 772 und 1250 Wohnungen.

Gegenwärtig besitzt die Firma Fried. Krupp in der Nähe von Essen 3250 gute und gesunde Familien-Wohnungen, in welchen ca. 16000 Seelen leben.

Die Gebäude sind zwei- und dreistöckig, theils massiv, theils in Fachwerk erbaut und, soweit es die beschränkten Terrainverhältnisse gestatten, von Gärten umgeben.

Die einzelnen Colonien sind von breiten Strassen durchzogen, für deren Beleuchtung durch Gas-Laternen hinreichend gesorgt ist.

Die Wasserleitung der Gussstahlfabrik liefert von der Ruhr her in genügender Menge gesundes Wasser.

Die einzelnen Wohnungen, welche, ausser Keller- und Bodengelass, aus 2—4 Räumen bestehen, sind in sich abgeschlossen.

Die Aufnahme von Kostgängern seitens der Miether ist nur für die Wohnungen mit drei und vier Räumen in beschränkter Weise und mit besonderer Genehmigung der zur Aufrechterhaltung der Reinlichkeit und Ordnung bestehenden Control-Commission gestattet.

Der jährliche Miethzins für die Familien-Wohnungen variirt zwischen 66 und 180 Mark.

Auch für die einzelstehenden Arbeiter wurde gesorgt. Schon im Jahre 1856 war zu diesem Zwecke eine Menage für 200 Mann errichtet. Seit dieser Zeit sind diese Einrichtungen allmälig soweit ausgedehnt, dass die Gussstahlfabrik 1800 Einzel-Arbeiter in Kost und Logis verpflegen kann. Der Preis beträgt zur Zeit M. 0,80 pro Mann und Tag excl. Brod.

Für die besser situirten Fach-Arbeiter besteht eine besondere für ca. 100 Personen eingerichtete Logir- und Speise-Anstalt, welche fast immer vollständig besetzt ist. Der Logir- und Verpflegungssatz beträgt zur Zeit M. 1,10 pro Kopf und Tag.

Für Beamte besitzt die Firma Fried. Krupp gegenwärtig 150 Wohnungen.

Auf den Hütten und Bergwerken sind ebenfalls, den Bedürfnissen entsprechend, Arbeiter- und Beamten-Wohnungen hergestellt.

Consum-Anstalten.

§ 812. Um den Angehörigen der Fabrik, insbesondere den Arbeitern Gelegenheit zu geben, ihre Lebensbedürfnisse gut und billig einzukaufen, und um den Arbeiterstand von dem, im Interesse eines guten Haushalts, so verderblichen Creditnehmen zu entwöhnen, wurde die Errichtung von Consum-Anstalten erforderlich.

Bereits im Jahre 1858 war eine Bäckerei mit zwei Backöfen erbaut, welche jährlich 50,000 Stück Schwarzbrode à 3 kg lieferte. Mit der steigenden Arbeiterzahl erweitert, arbeitet diese Bäckerei gegenwärtig mit zwölf Backöfen, zwei Schwarz- und einer Weissbrod-Knetmaschine, die durch Dampfkraft getrieben werden und einer Dampfmahlmühle mit zwei Gängen. Die Produktion betrug im Jahre 1879: 128577 kg Weissbrod und 2084526 kg Schwarzbrod.

Eine wesentliche Ausdehnung erhielt die Consum-Anstalt im Jahre 1868 durch die Aufnahme des Verkaufs von Colonial- und Kurzwaaren nebst Schneiderei. In den folgenden Jahren wurde der Verkauf von Schuhwaaren, verbunden mit einer Schuhwaaren-Fabrik (hauptsächlich für Reparaturen aufgenommen), ferner von Manufacturwaaren, Nähmaschinen, in deren Gebrauch die Käuferinnen unentgeltlich unterrichtet werden, Eisenwaaren, Hausgeräthen, Möbeln und Betten.

Die Einrichtung von Erfrischungs-Anstalten fällt in das Jahr 1872. Dieselben bestehen aus:

a) einer Selterswasser-Fabrik;
b) dem Hotel „Essener Hof“ mit geräumigem Garten;
c) mehreren Bierwirthschaften, zur Zeit sieben, mit Billards, Kegelbahnen u. s. w.

In der Colonie Cronenberg, mit 1250 Familien-Wohnungen, wurde 1874 ein Markt für den täglichen Verkauf von Gemüsen, Fleisch und sonstigen Lebensbedürfnissen eingerichtet.

Im Jahre 1875 entstand eine Schlächterei mit fünf Verkaufsstellen.

Um invaliden Arbeitern Beschäftigung, und neben der Pension Verdienst zu geben, wurden mehrere Industriezweige (Anfertigung von Bürstenwaaren, Briefcouverts, Düten u. s. w.) aufgenommen.

Die Consum-Anstalt wird für Rechnung der Firma Fried. Krupp verwaltet, welche das erforderliche Personal an Beamten und Gehilfen anstellt und besoldet. Sie soll bestimmungsgemäss keinen Gewinn abwerfen und hat in der That bisher Zuschüsse erfordert.

Alle Verkäufe geschehen gegen Baarzahlung.

Die Consum-Anstalt beschäftigt zur Zeit ein Personal von 266 Personen und besitzt 27 Verkaufsstellen in Essen und auf den Hütten- und Bergwerken.

In der Schlächterei wurden im Jahre 1879 geschlachtet:

438	Stück	Hornvieh,
564	„	Schweine,
243	„	Kälber,
356	„	Hammel.

Der Umschlag in Manufacturwaaren betrug M. 250,166. —.

Der Gesammtumschlag aller Zweige der Essener Consum-Anstalt im Jahre 1879 beziffert sich auf M. 2,452,460. —.

Kranken- und Sterbekassen.

§ 813. Kranken- und Sterbekassen bestehen auf den verschiedenen Werken der Firma Fried. Krupp theilweise im Anschluss an die Knappschaft.

Auf der Gussstahlfabrik wurde eine besondere Kranken- und Pensionskasse 1853 begründet. Dieselbe soll ihren Mitgliedern im Falle der Erkrankung Unterstützung, und im Falle des Sterbens den Hinterbliebenen einen Beitrag zu den Beerdigungskosten sichern. Die aus den Ueberschüssen sich bildenden Fonds sind bestimmt, arbeitsunfähigen Mitgliedern angemessene Pensionen zu gewähren.

Mitglied der Kranken-Hauskasse ist jeder der Gussstahlfabrik angehörige Meister und Arbeiter.

Die Leitung der Kranken-Hauskasse liegt einem Vorstande ob, der aus sechs durch Wahl bestimmten Mitgliedern und dem durch Herrn Alfred Krupp ernannten Vorsitzenden besteht.

Die Mitglieder der Krankenkasse geniessen folgende Vortheile:

1. freie ärztliche Behandlung;
2. freie Medikamente, Verbandmittel, Bandagen, orthopädische Maschinen u. s. w.
3. freie Behandlung und Verpflegung der Einzelstehenden (auf Wunsch auch der Verheiratheten im Krankenhause der Gussstahlfabrik;
4. Geldunterstützungen, die nach den Lohnverhältnissen abgestuft sind. Verheiratheten Kranken werden nach Ermessen des Vorstandes noch ausserordentliche Unterstützungen gewährt, welche der Hilfsbedürftigkeit entsprechend und namentlich unter Berücksichtigung der Zahl der Familienglieder bemessen werden;
5. die Kasse gewährt im Fall des Todes eines Mitgliedes Sterbegelder, gleichfalls nach dem Betrage des verdienten Lohnes abgestuft.

Die Einkünfte der Kasse setzen sich zusammen:

1. aus den nach dem Lohne abgestuften Beiträgen der Mitglieder;
2. aus dem Beitrag der Firma Fried. Krupp, welche die Hälfte der Beiträge aller Mitglieder beisteuert und ausserdem erhebliche Leistungen für bestimmte Fälle übernommen hat;
3. aus dem Eintrittsgeld der neu Aufzunehmenden, welches jedesmal die Hälfte eines Tagelohnes beträgt;
4. aus der Einnahme der Strafkasse;
5. aus freiwilligen Geschenken;
6. aus den Zinsen des Fonds.

Es sind zwölf Aerzte angestellt unter denen die Wahl den erkrankten Mitgliedern freisteht und welche pro Rate der auf sie ausgestellten Krankenscheine honorirt werden.

Einem dieser Aerzte ist gegen Fixum die körperliche Untersuchung neuaufzunehmender Arbeiter übertragen. Für Augenkranke ist ausserdem ein Specialarzt angestellt.

Damit bei Verletzungen sachverständige Hilfe zu jeder Tageszeit sofort bereit ist, sind auf der Gussstahlfabrik selbst drei Heildiener stationirt. Ausserdem sind zur Ausübung der sogenannten kleinen Chirurgie in der Stadt Essen und Umgegend drei Heildiener bestellt, deren Dienste nur auf specielle Verordnung der Aerzte herangezogen werden.

Zwei Krankencontroleure beaufsichtigen auf Grund der ihnen allwöchentlich zugestellten Krankenlisten die Kranken und überbringen denselben die Pensions- und Unterstützungsgelder.

An der Lieferung der Arzneien participiren alle Apotheken Essens und der Umgegend (soweit Krupp'sche Arbeiter wohnen). Dem Erkrankten steht die Wahl der Apotheke frei.

Im Interesse der verheiratheten Mitglieder ist die Einrichtung getroffen, dass den Familienangehörigen (Frauen und unerwachsenen Kindern) für einen jährlichen Beitrag von M. 4. —. freie ärztliche Behandlung in Krankheitsfällen und Erleichterung bei Beschaffung der Medikamente zu Theil wird.

Pensionswesen.

§ 814. Pensionen und pensionsmässige Unterstützungen werden nach Maassgabe des Pensions-Reglements aus dem Fonds der Krankenkasse an im Dienste der Gussstahlfabrik arbeitsunfähig gewordene Mitglieder der Krankenkasse resp. an deren Wittwen gezahlt.

Ueber die Arbeitsunfähigkeit entscheidet der Vorstand der Krankenkasse nach Einholung des Urtheils zweier Fabrikärzte.

Pensionen beziehen gegenwärtig 50 Mitglieder im Betrage von zusammen M. 2727. 65. monatlich, oder durchschnittlich M. 54. 55. Die geringste monatliche Pension beträgt gegenwärtig M. 21. 25., die höchste M. 100. —.

Pensionsmässige Unterstützungen werden gegenwärtig an 55 Wittwen mit M. 1819. 50., also im Ganzen mit einem Durchschnittsbetrage von M. 38. 08. monatlich gezahlt. Die geringste monatliche Wittwen-Unterstützung beträgt gegenwärtig M. 13. 33., die höchste M. 66. 75. Zu diesen Pensionen steuert die Firma Fried. Krupp ebenfalls in bestimmten Fällen erheblich bei.

Krankenhaus der Gussstahlfabrik.

§ 815. Das Krankenhaus ursprünglich nur zu dem Zwecke erbaut, Verwundete und Kranke des deutsch-französischen Krieges zu verpflegen, wurde im April 1872 von Alfred Krupp der Firma für die Aufnahme der Kranken der Gussstahlfabrik überwiesen.

Es liegt etwa zehn Minuten von dem Haupteingang der Fabrik entfernt, in einem 2 Hektaren grossen Garten und besteht aus drei Baracken für je dreissig Kranke, einem Gebäude mit Rauch- und Speisesaal für die Kranken, dem Verwaltungs- und Oekonomie-Gebäude, dem Leichen-, Eis- und Portierhaus. Der Krankenraum jeder der drei, auf hohen Pfeilern ruhenden Baracken ist 32 m lang, 7,5 m breit und 5 m hoch. Der Luftraum beträgt 1200 cbm, daher bei voller Belegung für jedes Bett 40 cbm.

Das Krankenhaus ist Eigenthum der Firma; die Krankenkasse hat nur das Recht, demselben ihre Kranken gegen eine Vergütung von M. 1. 50. pro Verpflegungstag zu überweisen.

Die Leitung des Krankenhauses ist einem Anstaltsarzt übertragen; Verwaltungs-Behörde ist die Magazin- und Wohnungsverwaltung der Firma.

Jeder Arbeiter der Krupp'schen Fabrik hat das Recht, sich im Erkrankungsfalle in das Krankenhaus aufnehmen zu lassen. Verpflichtet dazu sind die Arbeiter, welche der II. Abtheilung der Krankenkasse angehören (Einzelstehende), wenn sie länger als drei Tage krank sind. Die Aufnahme geschieht auf Grund einer von einem Fabrikarzt ausgestellten Ueberweisung; nur in dringenden Fällen (Verletzungen etc.) wird der Kranke direkt von der Fabrik überwiesen.

Epidemiehaus der Gussstahlfabrik.

§ 816. Ausser dem Krankenhaus besitzt die Gussstahlfabrik seit 1871 noch ein, blos für den Fall, dass schwere Epidemien unsere Bevölkerung heimsuchen, bestimmtes Epidemienhaus.

Dasselbe ist gleichfalls eine Barackenanlage; die sechs in V-Form angeordneten Baracken sind je 23,6 m breit und im Mittel 4,22 m hoch; jede derselben kann bei einem Luftraum von 40 cbm pro Bett 20 Kranke, das ganze Epidemielazareth daher 120 Kranke aufnehmen.

Das Verwaltungsgebäude liegt in der Oeffnung des V, ziemlich gleich weit von allen Baracken entfernt.

Glücklicherweise hat seit dem Bestehen des Lazareths noch keine schwere Epidemie unsere Gegend heimgesucht.

Bade-Anstalt.

§ 817. Ausser Badeeinrichtungen, welche speciell für einzelne Betriebe bestehen, wurde im Frühjahr 1874 für die Zwecke der Krankenpflege, und zwar zunächst für diejenigen Kranken, welche sich nicht im Krankenhause der Gussstahlfabrik befinden, eine Bade-Anstalt errichtet, um die vom Arzte verordneten Bäder zu gewähren. Dieselbe ist einem Fabrikarzte unterstellt. Sie enthält:

1. sieben Badezellen mit je einer Wanne; jede Wanne hat zwei Wasserhähne, einen für kaltes, einen für warmes Wasser und eine Douche;
2. ein Dampfbad, in welchem sechs Personen zugleich baden können.

Die Bade-Anstalt kann, soweit sie für Kranke nicht in Anspruch genommen wird, auch von sonstigen Angehörigen der Fabrik benutzt werden.

Es kostet:

ein Wannenbad mit Tuch	M.	—. 25.
„ „ ohne „	„	—. 20.
ein Dampfbad	„	1. —.

Lebensversicherungs-Verein.

§ 818. Im Jahre 1877 wurde der „Lebensversicherungs-Verein für die Angehörigen der Firma Fried. Krupp", gebildet. Zweck des Vereins ist:

1. die Ausbreitung des Versicherungswesens unter den Angehörigen der Firma Krupp zu fördern;
2. denselben durch Vermittelung des Vertragsabschlusses und der Prämienzahlungen die Erwerbung von Capital- und Rentenversicherungen jeder Art für sich und ihre Familien unter vortheilhaften Bedingungen zu ermöglichen;
3. überhaupt die Vermittelung zwischen den Versicherten und den Versicherungs-Gesellschaften zu übernehmen und endlich
4. eine Kasse zu bilden, aus welcher unter Umständen, soweit die vorhandenen Mittel dies zulassen, ausserordentliche Unterstützungen an die Mitglieder oder deren Angehörige gewährt werden sollen.

Die Mitgliedschaft wird erworben durch die Erklärung, dem Verein beitreten zu wollen und durch den Abschluss eines Versicherungsvertrags mit einer der Versicherungs-Gesellschaften, mit denen die Firma contrahirt hat.

Der Vorstand des Vereins besteht aus neun Mitgliedern, von welchen sechs von dem Verein, drei, darunter der Vorsitzende, von der Firma Fried. Krupp ernannt werden. Dem Vorstande liegt die Leitung und Verwaltung der Angelegenheiten des Vereins ob; er vertritt denselben in allen Rechtssachen, führt den Verkehr mit den Versicherungs-Gesellschaften und bestimmt über die aus der Kasse zu gewährenden Unterstützungen.

Für jeden Theil der Krupp'schen Werke sind Vertrauensmänner gewonnen, welche die Funktionen der Agenten wahrnehmen.

§ 819. Behufs Erlangung besonderer Vortheile für die Versicherungsnehmer hat die Firma Krupp Verträge mit einer Anzahl der ersten Versicherungs-Gesellschaften abgeschlossen, welche dem Verein gewisse Bonifikationen und Vortheile gewähren. Die Bonifikationen kommen zur Hälfte sofort durch Minderung der Prämien den Versicherten zu Gute, während die andere Hälfte zur Vereinskasse fliesst. Natürlich hat jeder Versicherungslustige die freie Wahl unter den Gesellschaften.

Der Verein begann 1877 durch Verschmelzung von vier früher bestehenden Versicherungs-Vereinen mit einem Bestande von 1129 Versicherungen über M. 1,101,814. 30.; der Bestand ist in den zwei wirthschaftlich ungünstigen Jahren auf 1352 Versicherungen über M. 1,987,602. 97. angewachsen. Der Durchschnittsbetrag, welcher von einer Person versichert ist, belief sich Ende 1879 auf rund M. 1542. —. Für Todesfälle sind ausbezahlt worden im Jahre 1878 22 Policen im Betrag von M. 21,350. —., im Jahre 1879 32 Policen über zusammen M. 68,200. —.

Das Vermögen des Vereins, zu welchem Herr Alfred Krupp ein Grundcapital von M. 50,000. —. geschenkt hat, betrug Ende 1878 M. 57,665. —., Ende 1879 M. 68,549. —. Der Bestimmung der Kasse entsprechend wurden bedürftige Mitglieder des Vereins durch Bezahlung der Prämien im Fall von Erkrankung oder besonderem Unglück (im Jahre 1879 im Betrage von M. 590. —.), sowie durch zinslose Darlehen (1879 im Betrage von M. 13,391. —.) unterstützt. Die Amortisation dieser Darlehen ist dadurch erleichtert, dass sie innerhalb Jahresfrist, ebenso wie in der Regel die Prämienzahlung, durch periodischen Abzug vom Lohn bezw. Gehalt bewirkt wird.

Schulwesen.

§ 820. Das Schulwesen hat die Firma Fried. Krupp durch Errichtung einer eigenen Privat-Volksschule, welche für die Arbeiter-Colonien Cronenberg und Schederhof bestimmt ist, sowie durch Errichtung von Industrieschulen für Erwachsene sowohl, als auch für schulpflichtige Kinder gefördert.

Ausserdem hat sie der Gemeinde Altendorf für deren Volksschulen beider Confessionen Schulgebäude mit im Ganzen 20 Schulzimmern unentgeltlich zur Verfügung gestellt.

Die Privat-Volksschule.

§ 821. Diese Schule ist eingerichtet worden, um der Ueberfüllung der Gemeindeschulen in der Bürgermeisterei Altendorf, welche nach Erbauung der Arbeiter-Colonien Cronenberg und Schederhof eingetreten war, abzuhelfen, und hat einen grossen Theil der Arbeiterkinder aus diesen Colonien aufgenommen. Dieselbe ist paritätisch eingerichtet und steht unter der Leitung eines zu diesem Zwecke angestellten Rectors.

Sämmtliche Kosten der Einrichtung und Unterhaltung der Schule, insbesondere die Schulhauskosten und die Lehrergehälter werden von der Firma Fried. Krupp getragen. Der Unterricht wird unentgeltlich ertheilt.

Zur Zeit besteht die Schule, welche noch in der Entwicklung begriffen ist, aus sechs aufsteigenden Knaben- und sechs aufsteigenden Mädchenklassen von je einem Jahrgange.

Ausser dem Rector wirken an derselben acht Klassenlehrer und vier Klassenlehrerinnen, dazu drei Hilfslehrerinnen für den Handarbeits-Unterricht. Das Lehrpersonal ist zur Hälfte evangelischer und zur Hälfte katholischer Confession.

Die Schule wurde zu Ostern 1877 mit 361 Kindern eröffnet, von denen 271 evangelisch, 90 katholisch waren. Die Ziffern sind allmälig gewachsen, und zur Zeit wird die Schule von 930 Kindern (530 evang., 400 kathol.) besucht. Acht Klassen befinden sich in einem nach den neuesten Erfahrungen erbauten Schulhause; vier Klassen sind einstweilen noch in einem daneben liegenden Wohnhause, welches für diesen Zweck umgebaut worden ist, untergebracht.

Die Industrieschulen.

§ 822. Für den Unterricht in weiblichen Handarbeiten bestehen seit 1. Februar 1875 zwei Industrieschulen, eine für Erwachsene und eine für schulpflichtige Kinder. Zwei weitere Industrieschulen der letzten Art wurden Mitte März 1876 eröffnet.

In der Schule für Erwachsene wird Gelegenheit geboten zur Erlernung von Hand- und Maschinen-Stricken und Nähen, Flicken, Stopfen, Steppen, Häkeln, Putzarbeit, Kleidermachen, Waschen und Bügeln.

Der Unterricht wird täglich Vormittags von 9 bis 12 Uhr und Nachmittags von 2 bis 5 Uhr, mit Ausnahme der Samstagnachmittage und der Sonn- und Feiertage ertheilt.

Das Schulgeld, welches Unbemittelten ganz oder theilweise erlassen wird, beträgt pro Monat 2 Mark.

Es wird den Besucherinnen der Schule gestattet, nicht nur Arbeiten für ihre Familien oder für Andere während dieses Unterrichts vorzunehmen, sondern auch Näh- oder Strick-Arbeiten zum Verkaufe durch die Consum-Anstalt anzufertigen.

In den Schulen für schulpflichtige Mädchen wird an den schulfreien Nachmittagen, Mittwoch und Samstag, von 2 bis 5 Uhr, Unterricht im Stricken, Nähen, Flicken, Stopfen und Häkeln ertheilt. Das Schulgeld, welches Unbemittelten erlassen wird, beträgt monatlich 20 Pfennige.

In beiden Abtheilungen der Industrieschulen werden an diejenigen Schülerinnen, welche sich ausgezeichnet haben, am Schlusse des Unterrichts-Cursus Prämien vertheilt.

Besonderer Werth wird auf das Erlernen von Flicken und Stopfen gelegt.

Die Schule für Erwachsene wurde im Jahre 1879 von 717 Schülerinnen, diejenigen für schulpflichtige Mädchen von 570 Schülerinnen besucht.

In der Schule für Erwachsene wird der Unterricht durch eine Vorsteherin und acht, zumeist in Reutlingen ausgebildete Fachlehrerinnen ertheilt; in den anderen Schulen fungiren zwölf Lehrerinnen; die Hälfte derselben sind Arbeiterwittwen.

Die Feuerwehr.

§ 823. Vor dem Jahre 1866 besass die Gussstahlfabrik keine eigene Feuerwehr; die vorhandenen Spritzen wurden von dem Wächterpersonal bedient. Aber wenn auch eine umfangreiche Verordnung über das Verhalten bei Bränden erlassen worden war, so konnte dies doch den Mangel einer gut organisirten und geschulten Fachfeuerwehr nicht ersetzen. Es wurde daher im Jahre 1866 mit der Einrichtung einer solchen vorgegangen, die im ersten Jahre ihres Bestehens 45 Mann zählte, und allmählig, der ferneren Entwickelung der Fabrik und der Arbeitercolonien entsprechend, erweitert wurde.

Die Feuerwehr der Gussstahlfabrik besteht gegenwärtig aus 1 Commandanten, 1 Brandmeister, 2 Oberführern, 7 Rottenführern, 3 Hornisten, 49 Wehrmännern.

Die Feuerwehr hat ihre Centralstelle in einer Caserne, welche in der Mitte der Gussstahlfabrik liegt. Dieselbe ist mit allen zweckmässigen Einrichtungen versehen, die zu einem geordneten Feuerlöschwesen gehören. Die nöthigen Uebungen, Proben etc. werden hier abgehalten.

Die unverheiratheten Feuerwehrleute haben freie Wohnung (Schlafstelle) in der Caserne, den verheiratheten sind gegen entsprechende Vergütung Familienwohnungen in der unmittelbaren Nähe der Caserne angewiesen. Der Brandmeister und die Führer haben Familienwohnung in der Caserne.

Sämmtliche Feuerwehrleute erhalten Uniform (Mütze, Helm, Rock und Hose) und die vorschriftsmässigen Ausrüstungsstücke unentgeltlich geliefert.

Der Dienst erstreckt sich auf die Gussstahlfabrik und die dazu gehörigen Arbeitercolonien. Ausserdem ist auf Haus Hügel, der eine Stunde entfernten Besitzung von Alfred Krupp, eine ständige Wache zu stellen.

§ 824. Das Wasser für Löschzwecke liefern zwei getrennte Leitungssysteme, die sich über den ganzen Bezirk der Feuerwehr erstrecken, nämlich:

A) die Hochdruckleitung mit 47 m Druck über Terrainhöhe, mit 300 Hydranten und 400 sog. Feuerhähnen,

B) die Niederdruckleitung mit 26 m Druck über Terrainhöhe, mit welcher 28 Nothbrunnen in Verbindung stehen.

Ferner sind vorhanden:

8 zweirädrige Abprotz-Spritzen,
29 Leiter-Stationen.

Auf den der Firma Fried. Krupp gehörenden Gruben und Hüttenwerken sind den Verhältnissen und Oertlichkeiten entsprechende Einrichtungen zur Bekämpfung eines Schadenfeuers ebenfalls getroffen.

Die Feuerwehr hat ferner die Aufgabe, den auf dem Werke sowie in den Arbeitercolonien behufs Aufrechterhaltung der Ordnung und Verhütung von Schadenfeuern eingerichteten Wächterdienst, für welchen ihr 194 Wächter beigegeben sind, zu unterstützen und zu verstärken.

Allgemeine humanitäre Betriebs-Einrichtungen.

§ 825. Die Arbeitszeit für die Arbeiter der Gussstahlfabrik ist festgesetzt:

für Feuerarbeiter von 6 Uhr bis 6 Uhr,
für alle übrigen Arbeiter von Morgens 6 Uhr bis Abends 7 Uhr.

Ruhepausen:

für Frühstück	von	8	bis	$8^1/_4$	Uhr	Morgens,
„ Mittagessen	„	12	„	$1^1/_2$	„	Mittags,
„ Vesper	„	4	„	$4^1/_4$	„	Nachmittags.

Für die Arbeiter, welche Mittags nicht nach Hause gehen können, sind zwei Speisesäle errichtet, von denen der eine ausser zwei, je 400 qm betragenden, geschlossenen Räumen, noch überdeckte Hallen und anstossende Gartenanlagen zur freien Bewegung aufweist, der zweite 112 qm Grundfläche hat.

Von besonderen Einrichtungen zum Warmhalten der zugebrachten Speisen konnte bei dem Essener Werke abgesehen werden, da die Feuerarbeiter, welchen vorzugsweise das Essen gebracht werden muss, an der Arbeitsstelle genügend Gelegenheit zum Warmstellen haben.

Soweit nicht kochendes Wasser aus den zahlreich vorhandenen Condensatoren genommen werden kann, sind zur Kaffeebereitung besondere Wasser-Kochstationen errichtet.

In der heissen Jahreszeit wird, sobald die Temperatur 18° R. übersteigt, den Feuerarbeitern zum Löschen des Durstes dünner kalter Kaffee verabreicht.

Arbeiterkategorien, welche ständig im Freien arbeiten, erhalten leinene Regenmäntel, Andere leinene Anzüge; Feuerarbeiter erhalten Schmelzerstiefel, Handsäcke aus grobem Leinen zum Schutze des Armes und der Hand; wieder Andere Handleder, Schutzbrillen etc. etc.

Frauen- und Kinderarbeit ist ausgeschlossen.

Besondere Aufmerksamkeit wird der Ausbildung der Lehrlinge gewidmet, welche durch ein besonderes Statut geregelt ist, und wie überall in gleichem Fall, sehr viel zur Heranbildung eines tüchtigen Arbeiterstammes beigetragen hat.

Neuer technischer Verlag von Baumgärtner's Buchhandlung in Leipzig.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung:

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit von Dampfkessel-Anlagen, ihrer Feuerungen und Schornsteine, nebst Beurtheilung des relativen Werthes der üblichsten Constructionssysteme. Herausgegeben von der Redaction des „Practischen Maschinen-Constructeur. Mit 20 Holzschnitten. **Preis 3 Mark.**

„Diese Schrift enthält eine gute Beurtheilung des relativen Werthes der üblichsten Constructionssysteme. Sie befleissigt sich grosser Unparteilichkeit und geisselt an verschiedenen Stellen die beliebte Reclame und Ersparniss-Versprecherei ohne Begründung. Die theoretischen Herleitungen sind zweckmässig eingestreut und erreichen ihren Zweck sehr wohl. Viele practische Angaben und Winke tragen zur Wertherhöhung der Schrift bei.“ *(Deutsche Allgem. Polytechn. Zeitung.)*

Durchschnittspreise für Accordarbeiten in Maschinen-Fabriken. Eine Sammlung von Tabellen und Notizen über die Herstellungskosten der in Maschinen-Fabriken am häufigsten vorkommenden Arbeiten von **Chr. Cremer,** Werkmeister. **Preis broch. 2 Mark.**

Die Schablonen-Sandformerei oder Beseitigung der theuren Holzmodelle für Riemenscheiben, Stirn- und konische Räder, Schraubenräder, Seilrollen, grosse Töpfe, Schwungräder, Turbinen etc. Ausführlich beschrieben und durch Zeichnungen erläutert von **Wilhelm Gofferjé,** Techniker in Erfurt. 2. Auflage. 8 broch. **Preis 2 Mark.**

Beide Werkchen zunächst practischen Zwecken gewidmet und, wie die Nachfrage beweist, von den betreffenden Fachkreisen beifällig aufgenommen.

Die Werkzeugmaschinen zur Metall- und Holzbearbeitung. Von **Ernst A. von Hesse,** Maschinen-Ingenieur in Wien. 342 S. 8. Mit Tabellen und zahlreichen Holzschnitt-Abbildungen. **Preis 6 Mk.**

„Zur Orientirung über die verschiedenen in Anwendung befindlichen Systeme, zum allgemeinen Verständniss der Wirkungsweise dieser Maschinen und zur Aufsuchung von Leistungsnotizen und Bezugsquellen ist das Buch sehr verwendbar. Es enthält ein sehr vollständiges Material, Angaben von Hauptdimensionen, Betriebsnotizen, Gewichtsbestimmungen etc.“ *(Zeitschr. d. bayr. Ing.- u. Arch.-Vereins.)*

„Wir sprechen dem Werke zu, dass es für den Praktiker trefflich componirt ist und eine neue Art Bericht vertritt, der sich dadurch auszeichnet, dass er den Arbeitern, Werkführern und Monteuren durchaus verständlich ist und also in den Handwerkerbibliotheken ein wichtiges Buch sein wird, — das aber auch in den höher liegenden Kreisen der Technik Beifall finden wird.“ *(Allgem. Polytechn. Zeitung.)*

Die Leistungen des Maschinenbaues und der Mechanik in den letzten Jahrzehnten. Repertorium der in den besten Werken und Zeitschriften für Maschinenbau und Technik enthaltenen ausgeführten Zeichnungen von Maschinen, Apparaten, Fabrik-Einrichtungen, Feuerungsanlagen, Verkehrsmitteln etc. zum praktischen Gebrauch für Maschinenbauer, Fabrikanten, Ingenieure, Eisenbahn- und Telegraphen-Techniker, Feinmechaniker, Wasser- und Schiffsbaumeister. Herausgegeben von **L. W. Moeser,** Techniker und Bibliothekar des Grosshessischen Landesgewerbe-Vereins in Darmstadt. **Preis 2 Mark.**

Soeben erschien ferner:

Die Fabrikation des schmiedbaren und Tempergusses von **C. Rott,** Ingenieur in Breslau. Separatabdruck aus dem „Praktischen Maschinen-Construkteur“. 8. broch. mit 2 Tafeln. **Preis 1 Mrk. 20 Pf.**

Anfang 1882 begann seinen 15. Jahrgang und ist durch alle Postanstalten, sowie durch jede Buchhandlung zu beziehen (**8 Mark** vierteljährl. Preis):

Der practische Maschinen-Constructeur.

Zeitung

für Maschinen- und Mühlenbauer, Ingenieure und Fabrikanten.

Unter Mitwirkung bewährter Ingenieure und anderer Fachmänner des In- und Auslandes

herausgegeben von

W. H. Uhland

Ingenieur und Director eines technischen Bureaus etc.

— **Auflage gegenwärtig 2200.** —

Als Fachzeitschrift für den practischen Maschinen-Techniker und Fabrikanten stellt sich der „Practische Maschinen-Constructeur“ die Aufgabe, dieselben in populär fasslicher Weise von den bedeutendsten Leistungen in ihrem Fache zu unterrichten, ihnen in jeder Beziehung helfend und berathend zur Seite zu stehen und zu diesem Zweck ihnen Betriebsresultate, Fabrikationsverfahren und practische Handgriffe mitzutheilen, besonders aber eine Sammlung gut anwendbarer, in der Praxis erprobter Constructionen zu bringen, welche auf grossen Tafeln als Werkzeichnungen ausgeführt und mit eingeschriebenen Maassen versehen sind, so dass ohne Weiteres danach gearbeitet werden kann.

Der „Practische Maschinen-Constructeur“ erscheint in halbmonatlichen Heften und kostet pro Quartal (6 Hefte mit vielen Holzschnitten und 24 autographischen Tafeln) **8 Mark.**

Inserate durch R. Mosse, Leipzig, Berlin etc. — Beilagen (2100 Stück, Gebühr 30 Mark) an die Verlagshandlung zu senden. — Bezug durch die Post (Postzeitungsliste 3647) oder jede Buchhandlung.

LEIPZIG
Druck von Friedrich Gröber.

J. Gruber